

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

AGENTES COGNITIVOS COMO GUIAS DE MUNDOS LÚDICOS
VIRTUAIS

Por

Adriana Gomes Alves

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador:

Prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, Dr.



UFSC-BU

Florianópolis, 1999



AGENTES COGNITIVOS COMO GUIAS DE MUNDOS LÚDICOS VIRTUAIS

Nome: **Adriana Gomes Alves**

Área de Concentração:

Inteligência Artificial

Orientador:

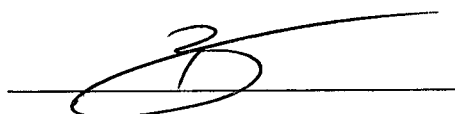
Prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, Dr.

Florianópolis, abril de 1999

AGENTES COGNITIVOS COMO GUIAS DE MUNDOS LÚDICOS VIRTUAIS

Nome: **Adriana Gomes Alves**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, especialidade em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, em abril de 1999.



Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.

Coordenador do Curso de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção

Banca Examinadora:



Prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, Dr.

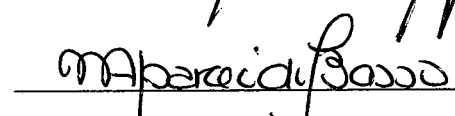
Orientador



Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.



Prof. Alejandro Martins Rodriguez, Dr.



Maria Aparecida José Basso, Mestre

Dedicatória

**Ao Artur,
Pelo presente que é tê-lo em minha vida.**

Agradecimentos

| | |
|---------------------------------------|---|
| À Deus | Cujo amor infinito me encoraja e enche sempre de esperanças. |
| Aos meus pais | Pelo incentivo que sempre me deram aos estudos, pelo amor, dedicação e pela vida. |
| Artur | Por ser a alegria constante de minha vida, pelo seu amor incondicional, pelo seu sorriso e o privilégio de ter sido escolhida como sua mãe. |
| Ewerton | Por toda dedicação nesta caminhada, pela paciência, compreensão e todo amor dedicado. |
| Fialho | Pelo privilégio de ser sua orientanda, pelas idéias, incentivo, entusiasmo e a paixão pelo trabalho. |
| Cida | Pela apoio na elaboração do projeto, disponibilização do Micromundos, incentivo, revisão e entusiasmo. |
| LCSI | Pelo apoio à pesquisa através da seção do Micromundos 2.01. |
| Marafon e Poligraph | Pela oportunidade que me foi dada, confiança e valorização do profissional através da educação contínua. |
| Christian Bruhl e Dan Karpf | Pela revisão do Abstract. |
| Lélia, Felipe, Leila, Thais e Ewerton | Pelas vozes emprestadas aos nossos personagens e a tarde divertida que tivemos. |
| Lu e Mãe | Pelos cuidados com o Artur para que eu pudesse estudar. |
| UFSC/PPGEP | Pela oportunidade de desenvolver este trabalho e poder estudar em um universidade pública e gratuita, num país onde a educação é um privilégio de poucos. |
| Aos colegas e amigos | A todos aqueles que de alguma forma me apoiaram, torceram por mim e viabilizaram este trabalho. |

Muito obrigada!

Monteiro Lobato



Figura 1- Monteiro Lobato¹

Ainda me lembro, quando pequena, das tardes em que saía correndo da escola para dar tempo de chegar em casa e assistir ao Sítio do Pica-pau Amarelo... Ainda não havia programação na televisão no período matutino e eu ficava "doida da vida" de muitas vezes não ver o Sítio.

Cada estória: o Minotauro, os Piratas... e a Cuca, Dona Benta, Narizinho, Emília, Pedrinho... são recordações gostosas da infância.

Já havia até esquecido disto quando o Professor Fialho incluiu-me no seu sonho maravilhoso de construir o Sítio do Pica-pau Amarelo virtual. Volto a reler, relembrar, apaixonar-me novamente por este mundo de fantasias criado por Monteiro Lobato.

A 18 de abril de 1882 nasce em Taubaté, Estado de São Paulo, José Renato Monteiro Lobato, filho de José Bento Marcondes Lobato e Olímpia Augusta Monteiro Lobato. Mais tarde modifica seu nome para José Bento Monteiro Lobato, porque desejava usar uma bengala de seu pai gravada J.B.M.L.

Naquele tempo não havia televisão nem cinema, os brinquedos eram simples, feitos de sabugos de milho, panos, chuchu, mamão verde, etc.

Adorava ler os livros de seu avô materno e foi alfabetizado pela mãe. Leu tudo o que havia de literatura para crianças em língua portuguesa.

Formou-se Bacharel em Direito, por vontade do avô, em 1904, ano em que também casou-se.

¹ Fonte: www.digi.com.br/memoriaviva/mlobato/index2.htm (01 março 1999)

Com a morte do avô, herda uma fazenda mas, com a geada e as dificuldades, acabou vendendo-na. Porém, nesta fase, escreveu o *Jeca Tatu*, símbolo nacional.

Após envolver-se com várias lutas que o deixaram pobre, doente e desgostoso, resolve, em 1921 dedicar-se à literatura infantil. Com *Narizinho Arrebitado* lança o SÍTIO DO PICA-PAU AMARELO e seus célebres personagens.



Figura 2- Turma do Sítio²

“Através de Emília diz tudo o que pensa; na figura do Visconde de Sabugosa, critica os sábios que só acreditam nos livros já escritos. Dona Benta é o adulto que aceita e aprende com a imaginação criadora das crianças, admitindo as novidades que vão modificando o mundo. Tia Nastácia é o adulto sem cultura que vê no desconhecido o mal, o pecado. Narizinho e Pedrinho são as crianças de ontem, hoje e amanhã, abertas a tudo, desejando ser felizes, confrontando suas experiências com o que os mais velhos dizem mas sempre acreditando no futuro”.

(Biografia de Monteiro Lobato, Editora Brasiliense)

Em 4 de julho de 1948, perde-se Monteiro Lobato, mas sua obra, sempre viva, transporta até hoje crianças do mundo inteiro ao SÍTIO DO PICA-PAU AMARELO e aos horizontes ilimitados da imaginação infantil.

² Fonte: www.digi.com.br/memoriaviva/mlobato (01 março 1999)

Sumário

| | |
|---|-------------|
| Dedicatória | IV |
| Agradecimentos | V |
| Monteiro Lobato | VI |
| Lista de Figuras | X |
| Lista de Tabelas | XI |
| Resumo | XII |
| Abstract | XIII |
| 1. Introdução | 14 |
| 1.1 Justificativa | 14 |
| 1.2 Estabelecimento do Problema | 15 |
| 1.3 Objetivo Geral e Específico | 16 |
| 1.4 Hipóteses Gerais e Específicas | 16 |
| 1.5 Limitações | 17 |
| 1.6 Descrição dos Capítulos | 17 |
| 2. Conceitos Básicos | 19 |
| 2.1 Teorias de Aprendizagem por Computador | 19 |
| 2.1.1 Construtivismo e Comportamentalismo | 19 |
| 2.1.2 Teoria das Inteligências Múltiplas | 21 |
| • 2.1.3 Ciência Cognitiva | 23 |
| 2.1.4 Aspecto Sócio-culturais | 24 |
| 2.2 Realidade Virtual e Imersão Virtual | 24 |
| 2.2.1 Conceitos | 24 |
| 2.2.2 Classificação da Realidade Virtual | 26 |
| 2.2.3 Realidade Virtual Imersiva e Experiência em Primeira Pessoa | 30 |
| 2.2.4 O Mundo Virtual | 31 |

| | |
|---|----|
| o 2.3 Teoria dos Agentes Cognitivos | 32 |
| 2.3.1 Conceitos | 32 |
| 2.3.2 Agentes Autônomos <i>versus</i> Inteligência Artificial Tradicional | 35 |
| 2.3.3 Meio Ambiente | 36 |
| 2.3.4 Arquitetura de Agentes | 38 |
| 2.3.5 Programas de Agentes | 40 |
| 2.3.6 Linguagens de Agentes | 41 |
| 2.3.7 Sociedades de Agentes | 43 |
| 3. O projeto <i>Os Espiões da Emília</i> | 44 |
| 4. Metodologia: Protótipo | 48 |
| 4.1 Projeto do Software | 48 |
| 4.1.1 Requisitos de Software | 48 |
| 4.1.2 Descrição do Software | 49 |
| 4.1.3 Especificação dos Cenários | 51 |
| 4.1.3.1 Use Cases | 51 |
| 4.1.3.2 Cenários do <i>Os Espiões da Emília</i> | 52 |
| 4.2 Limites do Protótipo | 63 |
| 5. Resultados Obtidos | 64 |
| 6. Conclusões | 65 |
| 6.1 Sugestões para Futuros Trabalhos | 65 |
| Glossário | 67 |
| Bibliografia | 69 |
| ANEXOS | 80 |
| Anexo A: Use Cases | 81 |
| Anexo B: Falas dos Personagens | 93 |

Lista de Figuras

| | |
|---|------------|
| <i>Figura 1- Monteiro Lobato</i> | <i>VI</i> |
| <i>Figura 2- Turma do Sítio</i> | <i>VII</i> |
| <i>Figura 3 - Sistema Imersivo</i> | <i>28</i> |
| <i>Figura 4 - Sistema Experimental de Telepresença</i> | <i>29</i> |
| <i>Figura 5 - Agentes interagem com o meio ambiente através de sensores e atuadores</i> | <i>33</i> |
| <i>Figura 6 - Agente Silas T. Dog sendo treinado pelo seu instrutor Dr. J. Pupper</i> | <i>37</i> |
| <i>Figura 7 - Besouro</i> | <i>45</i> |
| <i>Figura 8 - Diagrama de estados do Os Espiões da Emília</i> | <i>50</i> |
| <i>Figura 9 - Tela de apresentação dos créditos</i> | <i>52</i> |
| <i>Figura 10 - Besouro convida criança a conhecer a estória</i> | <i>53</i> |
| <i>Figura 11 - Introdução à estória dos Espiões da Emília</i> | <i>54</i> |
| <i>Figura 12 - Os Besouros contam o plano à Emília</i> | <i>55</i> |
| <i>Figura 13 - Emília conta plano a Pedrinho</i> | <i>56</i> |
| <i>Figura 14 - Assembléia sob a jabuticabeira</i> | <i>57</i> |
| <i>Figura 15 - Assembléia dos bichos</i> | <i>58</i> |
| <i>Figura 16 - Besouros contam detalhes do plano dos bichos à Emília</i> | <i>59</i> |
| <i>Figura 17 - Pedrinho descreve plano de defesa</i> | <i>60</i> |
| <i>Figura 18 - Equipe e créditos finais</i> | <i>61</i> |
| <i>Figura 19 - Mapa dos cenários</i> | <i>62</i> |

Lista de Tabelas

| | |
|--|-----|
| <i>Tabela 1 - Use Case #1: Entrada no software</i> | 82 |
| <i>Tabela 2 - Use Case #2: Convite para conhecer a estória</i> | 83 |
| <i>Tabela 3 - Use Case #3: Introdução</i> | 84 |
| <i>Tabela 4 - Use Case #4: Os Besouros contam o plano à Emília</i> | 85 |
| <i>Tabela 5 - Use Case #5: Emília conta plano a Pedrinho</i> | 86 |
| <i>Tabela 6 - Use Case #6: Assembléia sob a jabuticabeira</i> | 87 |
| <i>Tabela 7 - User Case #7: Assembléia dos bichos</i> | 88 |
| <i>Tabela 8 - Use Case #8: Besouros contam detalhes do plano dos bichos à Emília</i> | 89 |
| <i>Tabela 9 - Use Case #9: Pedrinho descreve plano de defesa</i> | 90 |
| <i>Tabela 10 - Use Case #10: Equipe</i> | 91 |
| <i>Tabela 11 - Use Case #11: Mapa</i> | 92 |
| <i>Tabela 12 - Fala dos Personagens na Use Case #4</i> | 94 |
| <i>Tabela 13 - Fala dos Personagens na Use Case #5</i> | 95 |
| <i>Tabela 14 - Fala dos Personagens na Use Case #6</i> | 96 |
| <i>Tabela 15 - Fala dos Personagens na Use Case #6 (Cont.)</i> | 97 |
| <i>Tabela 16 - Fala dos Personagens na Use Case #7</i> | 98 |
| <i>Tabela 17 - Fala dos Personagens na Use Case #8</i> | 99 |
| <i>Tabela 18 - Fala dos Personagens na Use Case #9</i> | 100 |

Resumo

Para onde caminha a Educação Brasileira? Qual a contribuição que a área de Informática pode dar na melhoria da qualidade de ensino no Brasil? Essas e outras perguntas vêm surgindo e tornando-se tema de debates, discussões, estudos e reflexões.

Num mundo onde cada vez mais a informação torna-se o bem mais precioso de uma nação, investir no uso de novas tecnologias, difundir e desmistificar o uso de computadores são fatores primordiais para o desenvolvimento do País.

Utilizar computadores e softwares na educação não pode ser sinônimo de "automatização" do ensino, mas sim uma busca de sua melhoria, através de fundamentações pedagógicas adequadas que favoreçam ao aluno um aprendizado efetivo, uma variável a mais a enriquecer as metodologias de ensino.

O desenvolvimento de softwares educacionais também deve procurar resgatar valores brasileiros, buscando aproximar-se da realidade de nossas crianças e adolescentes, através de nossa literatura, cotidiano, cultura, costumes, língua, favorecendo a aprendizagem e a valorização do que é nosso.

Dentro desta ótica, este trabalho propõe a elaboração de um software educacional que resgata nossa literatura infanto-juvenil a partir da obra de Monteiro Lobato, o "Sítio do Pica-pau Amarelo". Utilizando novos paradigmas que são a Realidade Virtual e os Agentes Cognitivos, inseridos em micromundos, as crianças, adolescentes e, porque não, adultos, poderão conhecer, interagir, mergulhar, vivenciar as aventuras da turma do Sítio e desenvolver a aprendizagem brincando. Afinal, aprender deve ser uma grande diversão!

Abstract

Where will the Brazilian Education go? What is the contribution that computer science could give to improve the education quality in Brazil? These and other questions are emerging and becoming subject of debates, discussions, studies and reflections.

In a world where information has become the most precious resource of a nation, to invest in new technologies, its uses, to diffuse and to desmistify the use of the computers are basics factors for the Country's development.

Using computers and softwares in the education could not be synonymous of education "automatization", but a search for its improvement, through appropriate pedagogics foundations which favour the effectiveness of learning for the student, a variable which enriches the educational methodologies.

The education software development has to recover brazilian values, looking for an approach to our children and teenagers' realities, through our literature, daily life, culture, customs, language, favoring the learning and the value of our things.

Through this insight, is intended an elaboration for an educational software which recovers our literature for children and teenagers, from Monteiro Lobato's work, the "Yellow Woodpecker Small Farm". Using new models like Virtual Reality and Cognitives Agents, puting into microworlds, children, teenagers and, why not, adults, will know, interact, dive, live the adventures from Small Farm group and to develop learning playing. After all, to learn must be a big amusement!

1. Introdução

“Não precisamos saber nem ‘como’ nem ‘onde’, mas existe uma pergunta que todos nós devemos fazer sempre que começamos qualquer coisa: ‘Para que tenho que fazer isso?’”

(Paulo Coelho)

1.1 Justificativa

O uso da informática no processo de ensino/aprendizagem tem possibilitado a criação de novas metodologias e aberto a fronteira do tempo e espaço. Os estudantes podem interagir com o computador, e não serem meramente receptores de informações. Eles também podem receber *feedback* das tarefas que executam, trocar informações com colegas e realizar novas experiências.

Apesar desses novos paradigmas, muitos *softwares* educacionais disponíveis não apresentam uma concepção adequada para o processo de ensino/aprendizagem, disponibilizando uma metodologia tradicional de simples transmissão de informações, dentro de metodologias comportamentalistas onde os erros são repreendidos e os acertos, recompensados.

O *software* educacional precisa ser interativo, permitindo ao aluno sua participação e a apresentação do resultado de suas ações, despertando sua criatividade e o apoio à construção de suas estruturas cognitivas.

O ambiente com o qual o aluno interage é determinante no seu processo de aprendizagem. O foco deve estar no objeto de estudo e não na ‘descoberta’ de como operar o software. Neste sentido faz-se fundamental a elaboração de interfaces adequadas a cada tipo de software, como o uso de interfaces gráficas e multimídia e também as interfaces inteligentes através de novos paradigmas, tais como os Agentes Cognitivos. Também a Realidade Virtual permite uma maior interatividade e constitui-se num poderoso recurso educacional.

E, finalmente, têm-se que estar atento a utilização de teorias pedagógicas adequadas que fundamentem o software, permitindo ao estudante um real processo de aprendizagem e desenvolvimento de sua criatividade.

1.2 Estabelecimento do Problema

No processo de ensino e aprendizagem muito tem-se elaborado na busca constante de melhores formas de permitir ao indivíduo a possibilidade de crescimento intelectual e emocional individual, numa tentativa de melhoria da qualidade de vida e abertura de novos horizontes para crianças e jovens.

A educação tradicional já não suporta mais a dinâmica e a velocidade com que as informações chegam às pessoas em todo o mundo. O sistema onde o professor é o detentor do conhecimento e transmite-o aos seus alunos, possuindo total poder sobre seus futuros, já não atende às necessidades de aprendizagem.

A Educação, mais especificamente a Escola, parece muitas vezes um fardo, pois a forma como as informações são repassadas, a falta de sentido de certos conceitos (que o aluno só vai entender muito mais tarde), as técnicas de educação, não atraem o aluno para os estudos.

E se apresentássemos ao aluno uma forma prazerosa de estudar? E se lhe transmitíssemos de forma lúdica as informações e conceitos, a História e a Geografia, envolvendo-o e fazendo-o participar e sentir-se responsável pelo que está acontecendo neste mundo em que vive?

Dentro deste contexto, foi apresentado um trabalho onde uma equipe de professores e alunos do PPGE³, da UFSC⁴, definiu os primeiros passos do desenvolvimento de um projeto denominado *Pequeno Mundo – Brasil* (Fialho et. al., 1997), onde se pretende utilizar os conceitos de Realidade Virtual e Agentes Cognitivos, dentre outros, no intuito de criar, no computador, uma metáfora do Sítio do Pica-pau Amarelo, de Monteiro Lobato.

Monteiro Lobato criou um mundo centrado em um sítio do interior, repleto de personagens com personalidades marcantes e pitorescas, vivendo incríveis aventuras no mundo das fábulas e também da história, permitindo ao leitor, de forma divertida, aprender sobre assuntos nas mais diversas áreas do conhecimento.

³ Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção

⁴ Universidade Federal de Santa Catarina

No projeto *Pequeno Mundo – Brasil*, cada personagem do Sítio do Pica-pau Amarelo é definido como um Agente Cognitivo, vivendo em um mundo virtual e interagindo intensivamente entre si. O aluno (criança ou adolescente) é convidado a participar das aventuras da turma do sítio e aí começa seu processo de aprendizagem.

1.3 Objetivo Geral e Específico

O objetivo geral deste trabalho é organizar conceitos que servirão como fonte e apoio para a construção do projeto *Pequeno Mundo – Brasil*, através do estudo de novos paradigmas necessários a construção dos personagens: os Agentes Cognitivos. Também objetiva a construção de um projeto que permita a implementação de um Agente Cognitivo, o **Besouro**, inserido em uma história de Monteiro Lobato, *Os Espiões da Emília*⁵.

Especificamente, pretende-se fazer uma revisão bibliográfica dos aspectos teóricos considerados fundamentais para a construção de micromundos⁶, onde abordaremos a Realidade Virtual, os Agentes Cognitivos e as teorias de ensino por computador.

Também pretende-se implementar um protótipo do projeto a ser apresentado com o objetivo de avaliar a viabilidade de sua construção.

1.4 Hipóteses Gerais e Específicas

A hipótese levantada neste trabalho é a de que a utilização de Agentes Cognitivos viabilizará a construção de micromundos onde a criança ou adolescente poderá interagir com os personagens de histórias infantis. Partindo do princípio que o agente possui características “inteligentes”, o uso deste tipo de recurso permitirá a construção de softwares que desafiarão as capacidades

⁵ Fragmento do *Caçadas de Pedrinho* (Lobato, 1995)

⁶ Termo cunhado pelo educador e pesquisador Seymour Papert, no final da década de 1970, para definir um ambiente de aprendizado em computador para crianças. Gradualmente passou a significar qualquer simulação, geralmente em computador. Portanto, micromundos são considerados espaços virtuais, fora do cotidiano, destinados à aprendizagem (Sinzato, 1998).

intelectuais dos alunos, através do lúdico, instigando sua curiosidade e criatividade, servindo como poderosa ferramenta de apoio ao processo de ensino/aprendizagem.

1.5 Limitações

O desenvolvimento do software para criação do Sítio do Pica-pau Amarelo virtual requer uma gama de conhecimentos e recursos que somente são viáveis com a constituição de uma equipe de estudos e trabalho multidisciplinar, a qual se encarregará da análise, elaboração, criação, validação, testes e codificação da ferramenta.

Em virtude da inviabilidade da formação desta equipe quer por ausência de recursos, quer pelos prazos necessários para defesa desta dissertação, o trabalho proposto limitou-se a um protótipo onde será apresentado um fragmento de uma história de Monteiro Lobato - *Os Espiões da Emília* – sem a implementação dos Agentes Cognitivos, buscando ilustrar a viabilidade da concepção do micromundo proposto, motivar trabalhos futuros e demonstrar o esforço em construir algo prático, não nos limitando somente aos aspectos teóricos.

1.6 Descrição dos Capítulos

Esta dissertação tem seus capítulos organizados da seguinte forma:

Inicialmente procuramos apresentar os conceitos básicos que julgamos necessários para a implantação de micromundos dentro de uma abordagem de softwares educacionais. Para tanto, no capítulo 2, levantamos conceitos referentes às teorias de aprendizagem por computador, Realidade Virtual e Imersão Virtual e a Teoria de Agentes.

A partir dos pressupostos teóricos, elaboramos um projeto denominado *Os Espiões da Emília* onde, utilizando a metáfora do Sítio do Pica-pau Amarelo, de Monteiro Lobato, propomos a construção de um micromundo e a utilização de Agentes Cognitivos como ferramenta de interação e aprendizagem aluno/sistema. Este projeto é descrito no capítulo 3.

Uma vez elaborado o projeto, partimos para a construção de um protótipo, o qual objetiva demonstrar a viabilidade da construção do *Os Espiões da Emília*. No capítulo 4 apresentamos a

descrição do protótipo e nos anexos A e B são apresentadas as descrições técnicas de cada tela, através das use cases e dos diálogos de cada cena, respectivamente.

Os resultados obtidos com a elaboração do projeto são descritos no capítulo 5, onde os vários aspectos da elaboração do projeto são abordados.

Finalmente, apresentamos no capítulo 6 as conclusões finais desta dissertação e uma lista de sugestões de trabalhos futuros, que acreditamos despertará o interesse de outros pesquisadores para a continuidade deste trabalho, o qual julgamos ser apenas o princípio da caminhada na construção do sonho do *Sítio do Pica-pau Amarelo* virtual.

2. Conceitos Básicos

2.1 Teorias de Aprendizagem por Computador

Deixando de lado o enfoque meramente tecnológico dado a maioria do material relativo a software educacional, busca-se hoje definir as bases teóricas educacionais que fundamentam um software, com o objetivo de validar a sua eficiência como ferramenta de apoio ao ensino/aprendizagem.

O que se procura discutir e verificar é a utilização da informática como apoio ao ensino de forma a não apenas “automatizar” o processo, mas sim enriquecê-lo através de softwares que estimulem e propiciem a aprendizagem.

2.1.1 Construtivismo e Comportamentalismo

As duas teorias educacionais que predominam com relação ao ensino através do computador são o **Comportamentalismo** e o **Construtivismo**.

Comportamentalistas acreditam que o comportamento humano é o produto da interação de estímulo-resposta e que o comportamento pode ser modificado (Black, 1995). Na educação, comportamentalismo está mais associado ao trabalho de Skinner, para quem aprendizagem corresponde a exibir o comportamento apropriado (Tarouco, 1998a).

A modificação do comportamento pode ser feita seguindo cinco passos:

1. Definir o comportamento que se quer obter;
2. Determinar reforços;
3. Selecionar procedimentos para alterar comportamentos;
4. Implementar procedimentos e guardar os resultados;
5. Avaliar o progresso e revisar as necessidades.

Instrução Assistida por Computador – CAI (Computer Assisted Instruction) – são softwares que seguem a linha comportamentalista, tendo como chave a modificação do comportamento,

procurando seguir os passos anteriormente citados. Estes softwares apresentam-se de várias formas: atividades práticas e exercícios, simulações e tutoriais.

Construtivistas apresentam uma alternativa ao comportamentalismo, pois acreditam que há um mundo real que podemos experimentar. Há muitas maneiras de estruturar o mundo e muitas perspectivas para se perceber eventos, não havendo um significado correto que nós tenhamos que seguir (Strudwick, 1998).

Na teoria construtivista, cujos estudos começaram com Piaget (Centro de Informações Multieducação, 1998a), o conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado desde o nascimento, nem como o resultado do simples registro de percepções e informações. Resulta das ações e interações do sujeito com o ambiente onde vive. Todo conhecimento é uma construção que vai sendo elaborada desde a infância, através de interações do sujeito com os objetos que procura conhecer, sejam eles do mundo físico ou cultural.

Softwares que sigam uma teoria construtivista do conhecimento devem permitir ao aluno a interação e representações virtuais que ele possa manipular. O estudante não deve apenas tomar decisões, mas sim vivenciar, participar, experimentar.

Um exemplo deste tipo de software é o LOGO, utilizado para facilitar a transferência da experiência pessoal em símbolos abstratos (Papert, 1988, Fosnot, 1992 In: Tarouco, 1998b). Trabalhos realizados pelo Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) da UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Axt, 1996) demonstram como o uso desta ferramenta pode auxiliar crianças com dificuldades de aprendizagem da linguagem escrita.

Projetos de multimedia não lineares e/ou hipertextos podem ser usados na criação de tutoriais construtivistas. Os estudantes podem não apenas escolher a velocidade com que percorrem o material, mas também por onde querem percorrê-lo. Sua aprendizagem deverá ser construída através da exploração (Smith-Gratto, 1999)

Com a alta performance de computação e comunicação, o desenvolvimento de interfaces cada vez mais poderosas está permitindo a construção de softwares onde os alunos podem imergir em ambientes distribuídos sintetizados, tornando-se *Avatares*⁷ que colaboram e aprendem-fazendo, usando artefatos virtuais para construir conhecimento (Walker, 1990 In: Tarouco, 1998b). O uso

⁷ Avatar é uma palavra muito antiga vinda do Sânscrito que pode ser grosseiramente traduzida como “a aparência de Deus na Terra” (Damer, 1998).

da Realidade Virtual e de Agentes Cognitivos, como veremos nesta dissertação, possibilitam a experiência em primeira pessoa, o que permite um maior aprendizado.

Há ainda autores que propõem a união da teoria construtivista e comportamentalista na elaboração de softwares educacionais, justificando que os alunos podem aprender um conjunto de termos e informações muito bem estruturadas através do comportamentalismo, enquanto recursos construtivistas ajudam estudantes a lidar com problemas reais por caminhos que os habilitem resolver problemas (Smith-Gratto, *op.cit.*). A idéia é que, enquanto parte da estrutura cognitiva é única para uma pessoa, a sintaxe ou estrutura da informação não o é. Isto indica que o conhecimento pode ser representado independentemente de qualquer pessoa (Merril, 1991 In: Smith-Gratto, *op.cit.*). Há diferença entre “treinar” uma pessoa e “ajudá-la” no seu processo de aprendizagem. O projeto de softwares tutoriais, inerentemente comportamentalistas, podem agregar aspectos construtivistas, tais como: permitir que o aluno decida por qual caminho seguir, favorecer experiências e conhecimento, dando ao aluno uma chance de ver exemplos, trazer problemas do mundo real para serem resolvidos.

2.1.2 Teoria das Inteligências Múltiplas

Uma teoria de aprendizagem que vem emergindo é a “Teoria das Inteligências Múltiplas”, de Howard Gardner. O conhecimento precisa da ação coordenada de todos os sentidos – tato, movimento, audição, visão, fala. Os sentidos agem completamente, como superposição de significantes, combinando e reforçando significados (Moran, 1994). Gardner afirma que conhecemos através de um sistema de “inteligências” ou habilidades interconectadas e, em parte, independentes, localizadas em diferentes regiões do cérebro, com pesos diferentes para cada indivíduo e para cada cultura. Ele identificou inicialmente sete inteligências (Tarouco, 1998c):

1. Verbal linguística: relaciona-se com as palavras e a linguagem. Usamos esta inteligência para ouvir, falar, ler e escrever. A dimensão lingüística, como a lógico-matemática, também é tradicionalmente lembrada pela psicologia;

2. Lógico-matemática: trata do raciocínio dedutivo e indutivo, número e relacionamento. Envolve a habilidade de reconhecer padrões, trabalhar com formas geométricas e fazer relacionamentos entre segmentos de informação. A dimensão lógico-matemática tem sido regularmente considerada pelos psicólogos e epistemólogos, como Piaget, por exemplo. Ela é

normalmente associada à competência em desenvolver raciocínios dedutivos, em construir ou acompanhar cadeias causais, em vislumbrar soluções para problemas, em lidar com números ou outros objetos matemáticos, envolvendo cálculos, transformações;

3. Musical: habilidade de reconhecer padrões sonoros, tons, ritmos. Inclui sensibilidade a sons ambientais, vozes humanas e instrumentos musicais. A consideração da competência musical como uma das dimensões básicas da inteligência é, para Gardner, resultante de numerosas observações empíricas e é apresentada como um dado de realidade;

4. Corporal-cinestésica: relacionada com o movimento físico, o conhecimento do corpo e seu funcionamento. Inclui a habilidade de usar o corpo para expressar emoções, jogar, interpretar e usar linguagem corporal. A competência corporal-cinestésica manifesta-se tipicamente no atleta, no artista, que seguramente não elaboram cadeias de raciocínios para realizar seus movimentos, não conseguindo, geralmente, explicá-los verbalmente;

5. Visual-espacial: está relacionada com a capacidade de visualizar um objeto e criar imagens mentais. A dimensão espacial da inteligência está diretamente associada às atividades do arquiteto, ou do navegador, por exemplo, revelando-se em uma competência especial na percepção e na administração do espaço, na elaboração ou na utilização de mapas, de plantas, de representações planas de um modo geral;

6. Interpessoal: usada nos relacionamentos pessoa-a-pessoa. Inclui a habilidade de comunicar-se com os outros e ter empatia por seus sentimentos e convicções. A inteligência interpessoal revela-se através de uma competência especial em relacionar-se bem com os outros, em perceber seus humores, suas motivações, em captar suas intenções, mesmo as menos evidentes, em descentrar-se, enfim, conseguir analisar questões coletivas de diferentes pontos de vista.

7. Intrapessoal: é baseada no conhecimento de si mesmo. Inclui metacognição (pensar sobre o pensar), respostas emocionais, auto-reflexão e consciência de conceitos metafísicos. No caso da inteligência intrapessoal, a característica básica é a de estar bem consigo mesmo, administrando os próprios humores, os sentimentos, as emoções e os projetos.

Estas teorias constituem um grande contraste com os sistemas tradicionais de educação que tipicamente colocam uma grande ênfase no desenvolvimento e uso das inteligências verbais e matemáticas. A Teoria das Múltiplas Inteligências implica em que os educadores devam estruturar a apresentação do material em uma forma/estilo que envolva a maioria ou todas as inteligências. Neste aspecto, os softwares educacionais podem favorecer o desenvolvimento destas inteligências,

principalmente pelo uso de multimídia e Realidade Virtual. O aluno pode interagir com o computador de várias formas, através da visão, escrita, leitura, fala, audição, musicalidade, criação de metáforas visuais, experiências em 3D, histórias, resolver problemas, geometria, jogos de lógica, estudo individual, escolhas pessoais, aprendizagem cooperativa, trabalhos em grupo, ensinar para outras faixa etárias, clubes, e uma infinidade de opções que os softwares e os meios de comunicação podem fornecer.

2.1.3 Ciência Cognitiva

Um aspecto teórico a ser considerado é a Ciência Cognitiva, a qual se refere ao estudo interdisciplinar da aquisição e uso do conhecimento. Surgiu da insatisfação relativa às teorias comportamentalistas juntamente com o avanço da tecnologia. Esta ciência cresceu a partir da invenção dos computadores, buscando reproduzir nas máquinas as coisas feitas pelos seres humanos; do desenvolvimento da psicologia do processamento da informação e do desenvolvimento da teoria da gramática generativa⁸ e outras derivações da linguística.

Através do entendimento do funcionamento do processo de aprendizagem do ser humano, pretende-se introduzir no computador programas que simulem este processo e apresentem resultados, comportamentos, sentimentos, enfim, atitudes semelhantes às humanas.

Existem duas abordagens da psicologia cognitiva (Tarouco, 1998d):

1. Abordagem do Processamento da Informação: a mente tem similaridades com o computador sob certos aspectos, tais como memória, organização, captação e armazenagem de informações, seguindo direções lineares. Os processos cognitivos se tornam o equivalente aos programas mentais;
2. Abordagem Conexionista: amplia a visão da abordagem do processamento da informação, afirmando que nosso cérebro faz muitas coisas ao mesmo tempo, o que sugere que nosso sistema cognitivo trabalha como máquinas paralelas, pois faz muitas coisas simultaneamente.

⁸ Proposto por Chomsky, inspirada na gramática universal do Racionalismo, provê um mecanismo formal, um conjunto finito de regras para produzir os infinitos enunciados gramaticalmente aceitáveis de uma língua, combinando os elementos de um conjunto, e determinar como inaceitáveis o resto (Cases, 1999).

A ciência cognitiva busca entender como a cognição se relaciona com a conscientização, como o conhecimento humano pode ser descrito ou explicado e se os processos cognitivos são separados ou modulares de um para outro. Também procura estudar qual o processo que permite uma informação sensorial de entrada transformar-se, reduzir-se, elaborar-se e ser armazenada, recuperada e usada.

O estudo desta ciência permite uma melhor compreensão do processo de aprendizagem e, conseqüentemente, aprimora a elaboração de softwares educacionais, bem como a construção de Agentes Cognitivos, cujas características descritas no item 2.3 evidenciarão a necessidade de conhecimento da Ciência Cognitiva.

2.1.4 Aspecto Sócio-culturais

Além dos aspectos teóricos até aqui enfatizados, devemos considerar os aspectos sociais e culturais ao desenvolver um software educacional. A sociedade da era da informação exige pessoas capacitadas na operação de computadores: desmistificá-lo e disseminar sua utilização também são objetivos da educação por computador. Utilizar figuras de nossa fauna e nossa manifestação artística é fator predominante na preservação de nossa realidade histórico-cultural. Este aspecto também será observado no trabalho desenvolvido nesta dissertação.

2.2 Realidade Virtual e Imersão Virtual

2.2.1 Conceitos

Toda realidade é virtual. A percepção é um processo analógico, cada indivíduo possui uma forma de ver o mundo, reage diferentemente aos estímulos do seu meio, interpreta e interage à sua maneira, possui mecanismos próprios e uma experiência de vida única. *“Ao conhecer, dar significado às coisas do mundo, o homem cria realidades virtuais que são sempre individuais e indefiníveis. Estas realidades virtuais são metáforas às quais nos ligamos”* (Fialho, 1998).

Ao nascer, a criança é dotada de praticamente todos os sentidos e está biologicamente apta para experimentar a maioria das sensações. O organismo humano dispõe de, aproximadamente, um bilhão de receptores os quais transmitem para o cérebro informações numa velocidade entre 10 e 100 bits/seg, desse total apenas uma pequena parte torna-se consciente. Assim, conseguimos perceber uma pequena parte do 'real', uma vez que nem todos os estímulos da Natureza são perceptíveis para os seres humanos. Por exemplo, não temos a capacidade de enxergar raios ultravioleta nem sentir a presença de monóxido de carbono. Para isso necessitamos de instrumentos que nos permitam detectar estas informações. As reações conscientes são respostas à limitada porção do Universo 'real' ao qual temos acesso (Fialho, *op.cit.*).

Apesar deste conceito de Realidade Virtual, o termo é mais comumente usado para representar interfaces que permitam ao ser humano vivenciar experiências em mundos existentes em computadores. Estes mundos podem ser uma simulação de mundos 'reais' ou mundos imaginários criados no espaço cibernético.

A Realidade Virtual – RV – é criada através do uso de vários tipos de tecnologias: computação gráfica interativa, holografia, utilização de lasers para criação de imagens tridimensionais, videos de cristal líquido, multimídia, dentre outros.

A interface com RV envolve um controle tridimensional altamente interativo de processos computacionais. O usuário entra no espaço virtual das aplicações e visualiza, manipula e explora os dados da aplicação em tempo real, usando seus sentidos, particularmente os movimentos naturais tridimensionais do corpo. A grande vantagem desse tipo de interface é que o conhecimento intuitivo do usuário a respeito do mundo físico pode ser transferido para manipular o mundo virtual.

Um sistema de Realidade Virtual envolve estudos e recursos ligados com percepção, *hardware*, *software*, interface do usuário, fatores humanos e aplicações. Para a elaboração de sistemas de computadores de alto desempenho e boa capacidade gráfica, são necessários sistemas paralelos e distribuídos, modelagem geométrica tridimensional, simulação em tempo real, navegação, detecção de colisão, avaliação, impacto social, projeto de interfaces e aplicações simples e distribuídas em diversas áreas.

Os elementos presentes em qualquer sistema de RV são:

- **Interação:** permite ao explorador o controle do sistema; a ausência de interação reduz o sistema a um filme ou vídeo;

- **Percepção:** é o fator mais importante. Alguns sistemas são direcionados diretamente para os sentidos (visão, tato, audição); outros tentam alcançar a mente diretamente, evitando interfaces sensoriais externas e outros sistemas, ainda, recorrem a força da imaginação permitindo aos seres humanos viverem uma experiência de RV;
- **Simulação:** mundos simulados não têm, necessariamente, que adaptarem-se às leis naturais da física. Esta característica faz com que a RV seja aplicável em todas as atividades humanas.

Segundo Rios (1994, p.2 In: Fialho *et. al.*, 1997), as características de um sistema de RV são:

- **Imersão:** propriedade que provê ao usuário a sensação de estar dentro de um mundo tridimensional;
- **Existência de um ponto de observação ou referência:** permite a determinação da posição do usuário e situação do mundo artificial ou virtual no qual ele está;
- **Navegação:** propriedade que permite ao usuário mudar seu ponto de observação;
- **Manipulação:** característica que permite a interação e transformação do meio ambiente virtual.

A estas características Fialho *et.al.* (1997) acrescenta:

- *Integração: propriedade que provê não somente aos usuários viverem dentro de um mundo tridimensional, mas permite também Agentes Cognitivos saírem da tela do computador para compartilharem conosco nosso meio ambiente tridimensional 'real'.*

2.2.2 Classificação da Realidade Virtual

Existem basicamente cinco diferentes tipos de sistemas de Realidade Virtual:

- a) Sistemas com janelas para o mundo virtual;
- b) *Video Mapping Systems*;
- c) Sistemas Imersivos;
- d) Sistemas de Telepresença ou Teleoperação;
- e) Sistemas de Realidade Aumentada

a) Janelas para o Mundo Virtual

São sistemas nos quais o usuário vê o universo virtual por uma tela convencional de computador. Nesta classe enquadram-se hoje a grande maioria dos jogos eletrônicos e os sistemas interativos de navegação. O som destes ambientes é produzido por caixas de som colocadas à frente do usuário como as que encontramos nos tradicionais *kits* multimídia.

Alguns destes sistemas já possuem dispositivos especiais de integração como *mouse 3D*, luvas eletrônicas e óculos para visão estereoscópica. A leitura dos movimentos do usuário é limitada, na maioria dos casos, apenas à leitura de dispositivos que forneçam a posição de algumas partes do corpo do usuário. Nestes ambientes o usuário deve manter-se olhando para a tela para poder ver o mundo virtual.

b) Video Mapping

Concentra-se na interpretação dos movimentos do usuário sem que este precise usar dispositivos ligados ao corpo. A idéia nestes sistemas é capturar, através de uma câmera de vídeo, os movimentos do usuário e a seguir interpretá-los, usando processamento de imagens e reconhecimento de padrões. A grande vantagem nesta abordagem é que não é preciso fazer com que o usuário vista nenhum equipamento especial. Entretanto, hoje, o poder de processamento necessário para a interpretação dos gestos ainda está além da capacidade usual dos computadores.

c) Sistemas Imersivos

Neles o usuário se sente dentro do ambiente virtual. Para tanto, veste um capacete de Realidade Virtual, luva, rastreador de posição e fones de ouvido. Com estes equipamentos o usuário é "desligado do mundo real" e passa a visualizar, ouvir e sentir apenas os estímulos gerados pelo sistema. As ações do seu corpo são interpretadas como a única forma de entrada dos dados.



Figura 3 - Sistema Imersivo⁹

d) Sistemas de Telepresença ou Teleoperação

São aqueles em que o usuário é colocado em um ambiente real sem de fato estar presente nele. A idéia é que as ações do usuário alterem um mundo físico real diferente daquele onde ele se encontra.

Muito útil para treinamento ou manipulação de objetos à distância, os sistemas de telepresença têm sido motivo de pesquisa em todo o mundo. Desta forma podemos ver na *Figura 4* um sistema experimental de telepresença para cirurgias minimamente invasivas (*ARTEMIS*), que está sendo desenvolvido pelo *Institut für Angewandte Informatik*, na Alemanha .

No mundo físico são colocados equipamentos capazes de filmar o ambiente e realizar leituras de dados físicos (captadores), bem como robôs capazes de manipular os objetos. Estes captadores ou atuadores são ligados a um sistema de computadores que realizam seu controle.

⁹ Fonte: Belli *et.al.* (1998)



Figura 4 - Sistema Experimental de Telepresença¹⁰

O usuário veste um óculos capaz de reproduzir a imagem que é captada pela câmera. Na cabeça deste usuário é instalado um rastreador que fornece ao computador sua posição. Esta posição será usada a seguir para reposicionar a câmera no mundo físico. Os manipuladores aos quais o usuário tem acesso são usados para controlar os atuadores (robôs) no mundo físico. Assim, o usuário pode "passear" por um ambiente físico distante e interagir com ele sem a necessidade de estar presente fisicamente.

e) Sistemas de Realidade Aumentada

Fazem uma espécie de "fusão" da imagem de um ambiente real com uma informação gerada por computador. Com sistemas deste tipo é possível, por exemplo, olhar para uma impressora e "ver o seu interior". A idéia é que o sistema de Realidade Virtual capture a imagem da impressora (com uma câmera colocada na cabeça do usuário), faça a fusão desta imagem com a imagem gerada a partir do modelo da impressora (criado em um programa de CAD) e por fim coloque esta imagem, resultante da fusão, no visor de um óculos que o usuário esteja usando.

Outro uso da realidade aumentada é na consulta de normas técnicas para manutenção. A British Aerospace em conjunto com a Private Eye e a Boeing em consórcio com a Virtual Vision, por exemplo, estão desenvolvendo um sistema onde os manuais dos equipamentos aparecem em um visor acoplado aos óculos do técnico que está realizando o conserto, eliminando assim a

¹⁰ Fonte: Institut für Angewandte Informatik (1999)

necessidade de que ele tire os olhos do equipamento quando precisar fazer uma consulta (Grupo de Realidade Virtual da PUC/RS, 1999).

2.2.3 Realidade Virtual Imersiva e Experiência em Primeira Pessoa

As experiências em primeira pessoa ocorrem quando a interação com o mundo não envolve reflexão da consciência ou uso de símbolos. De acordo com a teoria construtivista, a construção do conhecimento surge das experiências em primeira pessoa, aquelas que nunca podem ser inteiramente compartilhadas (Fialho, *op.cit.*).

“A Realidade Virtual Imersiva permite experiências em primeira pessoa pela eliminação de interfaces que atuam na interação usuário computador. Permite uma experiência que captura a essência do significado para a pessoa, a qual se apresenta para conhecer o mundo”(Winn, 1993 In: Fialho, *op.cit.*)

Os sistemas que implementam RV permitem ao usuário a experiência em primeira pessoa de situações as quais, geralmente, no mundo real, o mesmo jamais poderia vivenciar. Por exemplo, pode-se simular reações químicas em reatores e permitir ao usuário ‘entrar’ nas reações de forma a poder ver o processo acontecendo com os elementos químicos. O usuário pode entrar em mundos que simulem mundos reais, tais como indústrias e vivenciar situações de perigo, como incêndios, tomar decisões e ver as consequências das mesmas. Um aluno pode participar de uma história dialogando com os personagens, dando sugestões, vivenciando as aventuras e peripécias. Este tipo de interação torna o aprendizado muito eficiente, permitindo à criança ou adolescente decidir, analisar, concluir, realizar novas tentativas, perceber as consequências de suas decisões.

Alguns fatores cognitivos são apontados como necessários ao sucesso da imersão virtual para um indivíduo: suscetibilidade para imersão e qualidade da imersão (Fialho, *op.cit.*).

A suscetibilidade depende dos seguintes fatores:

- Imaginação: resistência da imaginação visual, sonhos, consciência de si, absorção em sonhos quando acordado, habilidade para, de boa vontade, suspender a descrença, profundidade de envolvimento em livros, teatro, etc;
- Imaginário Vívido: sonhando, expectativas prévias sobre meio-ambientes de Realidade Virtual, claustrofobia;

- Concentração e Atenção: filtragem atencional, conflito cognitivo ao sustentar duas imersões recursivas, navegação espacial;
- Autocontrole: participação ativa e catarse.

A qualidade da imersão depende de:

- Recursos do Meio Ambiente para Imersão: persistência do objeto, perfeição sensória, interatividade, realismo do meio ambiente, montante do retardamento ou atraso, tamanho do campo de visão, localização precisa do egocentro ou imagem corporal, prazer e satisfação com a novidade da experiência;
- Distrações devido ao Meio Ambiente: presença de distratores sonoros ou táteis, fadiga e irritação pelo volumoso equipamento, restritividade do equipamento, similaridade entre o mundo real e o mundo da Realidade Virtual;
- Efeitos Psicológicos: distúrbios pelo simulador, desorientação após imersão;
- Outros efeitos: preferência por imersão sozinho, surpresa quando o equipamento de imersão é removido.

2.2.4 O Mundo Virtual

O Mundo Virtual pode ser definido como espaços 3D hiperlinkados e navegáveis. Um mundo virtual é um ambiente composto de vários objetos que podem ser a representação do mundo real ou um mundo totalmente novo. Pode-se imaginar a integração educacional virtual do planeta Terra com todas suas diferentes culturas, países, cidades, segmentos de sociedades, e assim por diante (Fialho *et.al.*, *op.cit.*). Cada lugar é projetado considerando alguma metáfora adequada para o modelo mental de seus usuários.

Geralmente o mundo virtual é dividido em múltiplos mundos ou cenários e a aplicação deve prover um meio de o usuário transitar entre os cenários através dos *Portals* (Souza, 1997). O armazenamento das informações dos objetos do mundo é a maior parte do projeto de um sistema de Realidade Virtual, sendo necessário armazenar na base de dados informações sobre os objetos que o habitam, *scripts* que descrevam as ações dos objetos ou dos usuários (coisas que podem acontecer ao usuário), iluminação, etc.

O usuário pode transportar-se para dentro do mundo virtual através de um *Avatar*, uma espécie de pessoa virtual dentro do mundo. Como *Avatares* as pessoas podem vivenciar situações que na vida real seriam impossíveis, inclusive sensações para as quais não possuem habilidades, como voar ou aos que não ouvem poder ouvir, aos que não enxergam poder ver (Fialho, *op.cit.*). A utilização desta tecnologia permite uma infinidade de aplicações em todas as áreas do conhecimento, principalmente para a educação.

Além dos *Avatares*, os mundo virtuais podem ser habitados por Agentes Cognitivos, que representam personagens nativos destes mundos.

2.3 Teoria dos Agentes Cognitivos

2.3.1 Conceitos

O campo da Inteligência Artificial (IA) procura entender as entidades inteligentes focalizando seus estudos no aprendizado sobre o próprio Homem, com o intuito de poder simular as estruturas inteligentes deste em uma máquina. Um dos objetivos da informática sempre foi dotar a interação homem-máquina do máximo de transparência, buscando como principal meta a interface que não permita a um usuário identificar com quem se comunica: computador ou outro ser humano. Para tanto, faz-se necessário prover estas máquinas com capacidades “inteligentes” similares aos seres humanos.

Desde 1985 uma nova onda surgiu no estudo da Inteligência Artificial (Maes, 1998), trazendo uma nova perspectiva para a área. Esta nova onda recebe várias determinações tais como “pesquisa de agentes autônomos”, ou “IA baseada em comportamento” em oposição a “IA baseada em conhecimento”, ou ainda “IA bottom-up” versus “IA top-down”.

Muitos conceitos de agentes são encontrados na literatura e observa-se que não existe um consenso entre os pesquisadores sobre o que define um agente.

Russel e Norvig (1995) conceituam agentes como:

“Algo que pode perceber seu meio ambiente através de sensores e agir sobre o mesmo através de atuadores.”

Traçando um paralelo com os seres humanos, estes são agentes que possuem olhos, ouvidos e outros órgãos como sensores e mãos, pernas, boca e outras partes do corpo como atuadores. Um robô é considerado um agente que se utiliza de câmeras como sensores e vários motores como atuadores. Um modelo genérico de agente é apresentado na Figura 5:

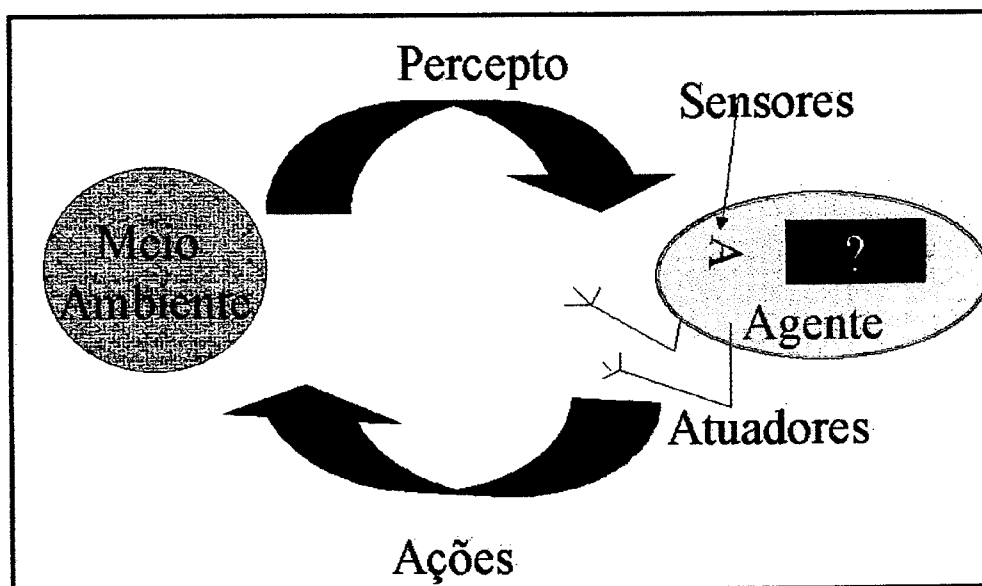


Figura 5 - Agentes interagem com o meio ambiente através de sensores e atuadores¹¹

Franklin e Graesser (1996) apresentam a seguinte definição:

“Um agente autônomo é um sistema situado em um meio ambiente, do qual ele faz parte e percebe, agindo sobre o mesmo continuamente, num período de tempo, buscando suas ações em sua própria agenda, podendo suas ações afetar suas percepções futuras.”

Este conceito nos apresenta um agente com suas ações pré-definidas em uma “agenda”, ou seja, um roteiro de atividades a executar, e pode aprender, através da percepção do meio e de suas próprias ações.

Maes (*op.cit.*) define os agentes autônomos adaptativos como:

“Sistemas que habitam um meio ambiente dinâmico e imprevisível, sobre o qual eles tentam satisfazer um conjunto de objetivos ou motivações dentro de um tempo”.

¹¹ Adaptado de Russel (1995).

Os objetivos do agente podem ter diferentes formas: algum objetivo final, ou um estado particular que o agente tenta alcançar, ele pode ter um reforço ou recompensa seletiva que tenta maximizar, pode ter necessidades internas ou motivações que tenta manter com certas zonas de viabilidade, e assim por diante (Maes, *op.cit.*). Os agentes são ditos adaptativos se melhoram suas competências em atingir seus objetivos baseados na experiência. Um agente é dito autônomo se ele opera completamente sozinho, isto é, se ele decide sozinho como ativar seus atuadores se forma a seus objetivos serem alcançados com sucesso.

Wooldridge e Jennings (1995) conceituam agentes através de definições fraca e forte:

a) Uma noção fraca de Agentes

O termo agente é mais geralmente usado para denotar software ou hardware que tenham as seguintes características:

- *Autonomia*: agentes operam sem a intervenção direta de humanos ou outros, e têm algum tipo de controle sobre suas ações e estados internos;
- *Habilidade social*: agentes interagem com outros agentes e possivelmente com humanos via algum tipo de linguagem de comunicação de agentes;
- *Percepção e reação ao meio ambiente*: capacidade de examinar o meio externo e adaptar suas ações para aumentar a probabilidade de ser bem sucedido em suas metas;
- *Pró-atividade*: agentes não simplesmente agem em resposta ao meio ambiente, eles são capazes de exibir comportamentos dirigidos a objetivos, tomando iniciativas;
- *Continuidade temporal*: agentes estão continuamente executando processos, não apenas executando scripts que mapeiam simples entradas e saídas e então terminam.

b) Uma noção forte de Agentes

Um agente é um sistema de computador que, além das propriedades apresentadas anteriormente, é também conceitualizado ou implementado usando conceitos que são mais usualmente aplicados a seres humanos, por exemplo:

- *Noções de conhecimento*;
- *Crenças*;

- *Intensão*¹²;
- *Obrigação*.

Os agentes são assim definidos como Sistemas Intensionais, onde se busca definir como característica dos agentes inteligentes a capacidade de intuição, crenças, desejos, etc; de forma a assemelharem-se ao comportamento humano.

Outras características podem ser atribuídas aos agentes (Heermans, 1996):

- *Mobilidade*: habilidade de um agente mover-se através da rede eletr nica;
- *Benevolência*: agentes não podem ter objetivos conflitantes e todo agente sempre tenta fazer aquilo que lhe   solicitado;
- *Racionalidade*: o agente irá agir no sentido de atingir suas metas e não agir  no sentido de impedir que suas metas sejam atingidas;
- *Adaptabilidade*: o agente deve ser capaz de se adaptar aos hábitos, métodos de trabalho e preferências do seu usuário;
- *Colaboração*: um agente deve aceitar e executar instruções, mas deve avaliar que o usuário pode cometer erros, omitir informações ou apresentar informações ambíguas. Por isso, ele deve checar coisas através de perguntas e construir seu modelo para resolver problemas. Ele pode recusar a execução de certas tarefas caso perceba que as mesmas sejam inaceitáveis ou possam prejudicar outros usuários.

2.3.2 Agentes Aut nomos *versus* Inteligência Artificial Tradicional

Maes (*op.cit.*) apresenta alguns aspectos que distinguem agentes autônomos da IA tradicional:

1. IA tradicional focaliza sistemas que demonstram competências isoladas e avançadas, como por exemplo: diagnósticos médicos, jogos de xadrez. A IA tradicional focaliza “conhecimento em profundidade” em vez de “conhecimento superficial”, em contraste com os agentes, que possuem múltiplas competências de baixo nível integradas;

¹² Em IA usa-se intens o com "s" e não com " ". Intensionalidade, com "s",   o que caracteriza o pensamento humano.

2. IA tradicional focaliza sistemas “fechados” que não possuem interações diretas com o domínio do problema sobre o qual eles possuem conhecimento e resolvem problemas. Sua conexão com o meio faz-se através de comandos do operador, que recebe também respostas em linguagem simbólica. Em contraste, os agentes autônomos são sistemas “abertos” que interagem com o meio através de seus sensores e atuadores, estando conectados diretamente com o domínio do problema;
3. A maioria dos sistemas de IA tradicional trabalham com a resolução de um problema por vez e não permitem interrupções enquanto o programa está processando a resposta ao problema apresentado pelo operador, considerando também que o domínio do problema não se altera durante este processamento. Em contraste, um agente é autônomo: o sistema é completamente auto-contido, ele monitora o meio ambiente e tem que resolver sozinho os problemas e objetivos que se apresentam com o tempo, resolvendo os conflitos e decidindo quais ações serão tomadas;
4. IA tradicional focaliza a questão de quais conhecimentos o sistema possui, enquanto que os agentes autônomos enfatizam qual comportamento o sistema apresenta quando colocado em um meio ambiente;
5. Finalmente, sistemas de IA tradicional não têm que ser adaptativos para mudanças de situações, a maioria do trabalho feito em máquinas de aprendizagem tradicional assume que há uma base de conhecimento disponível. Esta base de conhecimento é usada pelo sistema para fazer reformulação ou compilação do conhecimento. Em contraste, nos agentes há uma ênfase sobre “adaptação” e “abordagem de desenvolvimento”, significando que o sistema provê suas próprias estruturas internas e seus comportamentos todo o tempo, baseado em sua experiência no meio ambiente. O agente ativamente explora e atualiza suas estruturas usando um método incremental e indutivo de aprendizagem.

2.3.3 Meio Ambiente

Dependendo do tipo de meio ambiente que o agente habita, ele terá diferentes formas. Um agente que habita o mundo real é tipicamente um robô, agentes que habitam o espaço cibernético são comumente chamados “agentes de software” ou “agentes de interface” ou algo como

“knobots”. Um agente pode também habitar ambientes físicos simulados. Um exemplo deste último poderia ser um “ator sintético” em um mundo animado no computador (Maes, *op.cit.*). Na Figura 6 temos um exemplo de agente autônomo que vive em um ambiente 3D.

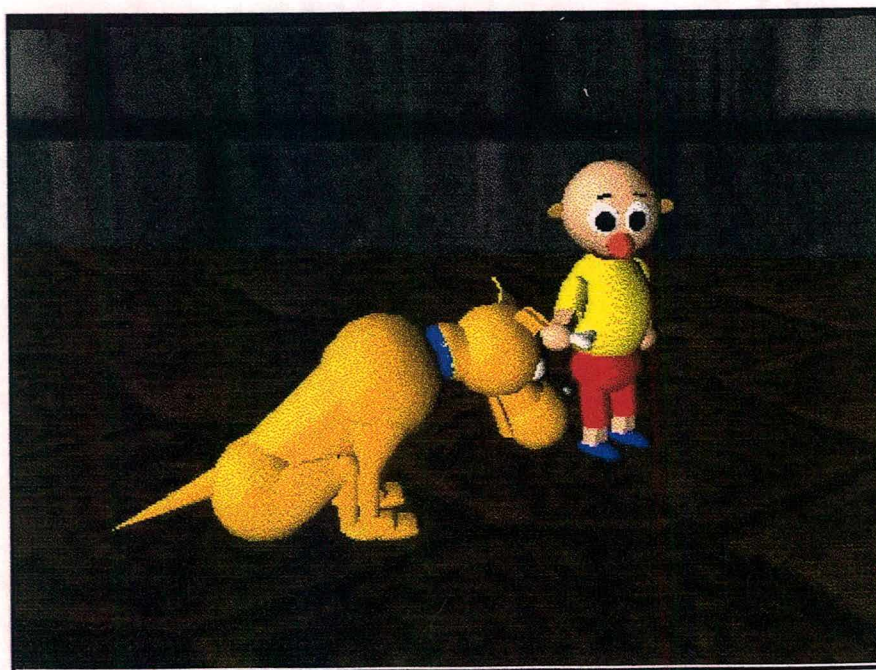


Figura 6 - Agente Silas T. Dog sendo treinado pelo seu instrutor Dr. J. Pupper¹³

A complexidade do agente a ser construído está diretamente relacionada com o tipo de meio ambiente em que o mesmo irá operar. Russel e Norvig (*op.cit.*) definem as propriedades do meio ambiente como:

- *Inacessível X Acessível*: um ambiente é acessível ao agente se seus aparatos são capazes de perceber o estado completo deste ambiente;
- *Determinístico X Não-determinístico*: um ambiente determinístico é aquele cujo próximo estado é completamente determinado através do estado atual e das ações selecionadas pelo agente;
- *Episódico X Não-episódico*: num ambiente episódico, as ações dos agentes são divididas em episódios. Cada episódio consiste em o agente perceber e agir e a qualidade da ação

¹³ Fonte: Blumberg (1998)

depende do próprio episódio, não dependendo do que aconteceu em episódios anteriores;

- *Estático X Dinâmico*: um ambiente é dinâmico para o agente se seu estado pode mudar enquanto o agente está deliberando;
- *Discreto X Contínuo*: um ambiente é discreto se houver um número limitado de percepções e ações claras e distintas.

2.3.4 Arquitetura de Agentes

O principal problema a ser resolvido na pesquisa de agentes autônomos é o desenvolvimento de uma arquitetura de agentes que resulte em comportamento adaptativo, robusto e efetivo (Maes, 1998 *op.cit*). Adaptativo significa que o agente melhora a forma de alcançar seus objetivos todo o tempo. Robusto significa que ele nunca falha totalmente. Efetivo significa que o agente deve ser bem sucedido em alcançar seus objetivos.

Arquiteturas de agentes podem ser definidas como metodologias para construção de agentes inteligentes através da decomposição dos agentes em instruções de um conjunto de módulos e a maneira como estes módulos podem interagir. O conjunto total desses módulos e suas interações deve prover uma resposta a questão de como o sensor de dados e o estado interno corrente do agente determinam as ações e o futuro estado interno do agente. Uma arquitetura abrange técnicas e algoritmos que suportam esta metodologia (Maes, 1991 In: Wooldridge, 1995).

Kaelbling In: *Wooldridge* (1995) considera uma arquitetura de agentes como uma coleção específica de módulos de software (ou hardware), tipicamente designado por caixas com setas indicando o controle e fluxo de dados entre os módulos. Uma visão mais abstrata de uma arquitetura é uma metodologia para desenhar decomposições particulares para tarefas particulares.

- **Abordagem Clássica**

As arquiteturas clássicas são baseadas no paradigma simbólico de IA que é a hipótese de sistemas físico-simbólicos, a partir dos quais define-se a noção de agente intensional ou arquitetura de agente. Esta arquitetura é definida como contendo uma representação explícita, modelo simbólico do mundo, cujas decisões são feitas via raciocínio lógico, baseado na combinação do modelo e manipulação simbólica. A dificuldade desta abordagem é que ela utiliza lógica de

primeira ordem para representar crenças, desejos, tempo, etc. Destacam-se os seguintes modelos (Wooldridge, 1995 op.cit):

Agentes Planejadores: este tipo de agente procura uma sequência de ações que, uma vez executadas, irão fazê-lo alcançar sua meta. Estes algoritmos não resolvem problemas muito complexos;

IRMA: arquitetura baseada na teoria sobre crenças, desejos e intensões;

HOMER: desenvolvimento de um robô simulador submarino, que executa planos e os modifica, recebe e compreende instruções, é capaz de responder questões sobre suas experiências passadas;

GRATE: arquitetura de camadas onde o comportamento do agente é guiado pelas atitudes mentais de crenças, desejos, intenções e combinações de intensões.

- **Abordagem Alternativa: Arquiteturas Reativas**

Arquiteturas reativas são aquelas que não incluem nenhum tipo de modelo central de mundo simbólico, e que não usam raciocínios simbólicos complexos. Apresentam-se os seguintes modelos:

Linguagens comportamentais: esta arquitetura é composta de hierarquia de comportamento para conclusão de tarefas. Cada comportamento compete com outros para exercer controle sobre o agente;

PENGI: baseia-se na idéia de que a maioria das decisões são rotinas e que portanto podem ser codificadas em estrutura de baixo nível, necessitando apenas de atualização periódica, talvez manipular novos tipos de problemas;

Autômato "situado": um agente é especificado em termos declarativos. A lógica usada para representar agentes é essencialmente lógica modal de conhecimento e a técnica depende da possibilidade de dar ao mundo, na semântica de mundos possíveis, uma interpretação concreta em termos de estados de um autômato. Um agente é especificado em termos de percepção e ação;

Arquitetura de Rede de Agentes: um agente é definido como um conjunto de módulos concorrentes. Cada módulo é especificado em termos de pré e pós condições e possuem níveis de ativação que apresentam a relevância do módulo dada uma situação real.

- **Arquiteturas Híbridas**

Combinação das arquiteturas clássica e reativas:

PRS: Sistema de Raciocínio Procedural: arquitetura de crença-desejo-intensão, que inclui uma biblioteca de planejamento, bem como representações simbólicas de crenças, desejos e intenções;

Máquinas de Turing: esta arquitetura consiste de subsistemas de percepção e ação, que interagem diretamente com o meio ambiente do agente, e três camadas de controle embutidas em um framework controlador, o qual media estas camadas, que são: camada reativa, camada planejadora e camada modeladora;

COSY: contém cinco componentes principais:

1. Sensores;
2. Atuadores;
3. Comunicações;
4. Cognição;
5. Intensão.

Os dois últimos são os componentes cognitivos do agente e são responsáveis por mediar suas intenções e crenças a respeito do mundo, escolhendo a ação apropriada a ser executada;

INTERRAP: arquitetura de camadas onde cada camada sucessiva representa um nível mais alto de abstração que a camada inferior. As camadas são subdivididas em duas camadas verticais: uma contendo camadas de bases de conhecimento e outra contendo vários componentes de controle. No nível mais baixo temos a camada de interface de controle do mundo, seguida da camada que possui componentes baseados no comportamento e por último a camada que contém componente baseado em plano. Os planos são dirigidos por dados e metas.

2.3.5 Programas de Agentes

Russel e Norvig (*op.cit.*) classificam os programas de agentes em quatro tipos:

- *Agentes reflexos simples:* suas ações são reflexivas, obedecendo conexão do tipo se-então. Eles apenas podem trabalhar se a decisão correta pode ser feita baseada na percepção corrente do mundo;

- *Agentes que mantêm a trajetória do mundo*: este tipo de agente possui conhecimento sobre o estado corrente do meio ambiente e também sobre o que suas ações podem fazer ao estado do mundo, podendo, assim, escolher uma ação;
- *Agentes orientados a objetivo*: estes agentes avaliam as possíveis ações a serem tomadas no sentido de decidir quais ações tomar para atingir seus objetivos;
- *Agentes baseados em utilidade*: além de atingir seus objetivos, o agente deve fazê-lo de forma a obter alta utilidade, ou seja, escolher as ações que alcancem seus objetivos de forma mais rápida, segura e barata.

2.3.6 Linguagens de Agentes

Uma linguagem de agentes significa permitir que se programe sistemas de software e hardware de forma a implementar os conceitos, ou pelo menos alguns, desenvolvidos por teóricos de agentes.

As linguagens utilizadas podem ser classificados em: linguagens genéricas, frameworks e linguagens específicas para o desenvolvimento de agentes. Pieritz (1998) descreve as características destes três grupos:

1. **Linguagens Genéricas**: trata-se do desenvolvimento dos sistemas de agentes partindo-se praticamente do zero, somente com os recursos oferecidos pelas linguagens tradicionais (com suas bibliotecas padrão) normalmente utilizadas para este fim, como C, C++, Pascal, Algol, Prolog, Lisp, ou seja, implementando todas as características da teoria de agentes através da codificação e teste de cada uma das rotinas;
2. **Frameworks**: neste caso o desenvolvedor do sistema normalmente adquire também uma biblioteca específica para a atividade, que cobre os pontos principais, os mais complexos e gerais da teoria, ficando para a equipe de desenvolvimento as "calibragens" para o Agente executar o que se pretende;
3. **Linguagens Específicas**: nesta opção a parte relativa ao Agente está pronta, sob a forma de um esqueleto de aplicação, que atende a um conjunto específico de áreas de atuação de agentes, como:
 - Aprendizagem;

- Pesquisa;
- Processamento de Tarefas, etc.

Algumas linguagens específicas existentes (Wooldridge, *op.cit.*):

Linguagens de Objetos Concorrentes: ancestrais das linguagens de agentes. Possuem noções de objetos auto-contidos executando concorrentemente, com algum estado interno que não é acessível diretamente pelo mundo externo, respondendo mensagens de outros objetos;

Programação Orientada a Agente (POA): a idéia central é a programação direta de agentes em termos mentais, noções intensionais que os teóricos desenvolveram para representar as propriedades dos agentes. Uma POA deve possuir três componentes:

1. Um sistema lógico para definir o estado mental do agente;
2. Uma linguagem de programação interpretada para programar agentes;
3. Um processo "agentificador", para compilar programas de agentes em sistemas executáveis de baixo-nível.

A linguagem apresentada com estas características é o AGENT0, que atende somente os dois primeiros componentes;

PLACA: Agentes Comunicadores Planejadores, baseado no AGENT0, é uma implementação mais refinada, utilizando programação semelhante em termos de regras de mudanças mentais, porém incluem operadores para planejar ações e alcançar metas;

METATEM: este sistema concorrente contém um número de agentes executando concorrentemente, cada qual com capacidade de comunicar-se com o outro através de transmissão assíncrona de mensagem. Os agentes são programados utilizando especificação de lógica temporal do comportamento;

O projeto IMAGINE: APRIL e MAIL: são duas linguagens cuja pretensão é cumprir papéis completamente diferentes. APRIL foi projetada para prover as principais características requeridas para atender a maioria dos sistemas e arquiteturas de agentes: multi-tarefas, comunicação, capacidade de processamento simbólica e modelos combinados. MAIL provê uma coleção rica de abstrações pré-definidas, incluindo planos, inclusive planos multiagentes. APRIL foi originalmente prevista como uma linguagem de implementação de MAIL;

TELESCRIPT: linguagem baseada no meio ambiente para construção de sociedades de agentes. Utiliza dois conceitos tecnológicos: lugares e agentes. Lugares são locações virtuais

ocupadas pelos agentes. Os agentes são processos de softwares e possuem mobilidade, podendo ir de um local ao outro, têm capacidade de comunicação entre agentes e também podem ocupar o mesmo local e encontrar-se com outro agente. Possui quatro componentes: linguagem, mecanismo, conjunto de protocolo e conjunto de ferramentas de software;

ABLE: Linguagem de Comportamento de Agentes; os agentes são programados em termos de simples regras de autorizações. As autorizações podem incluir algumas representações de tempo, embora não sejam baseadas em nenhum tipo de lógica temporal. ABLE pode ser compilada em simples linguagem de máquina, apresentando como resultado uma implementação bastante rápida;

JAVA: por ser uma ferramenta recente o uso de Java com agentes ainda está nos seus primeiros passos. Apesar da proposta inicial da Java basear-se em computação centrada nos clientes e distribuição de software pelos servidores Web, atualmente já existem propostas para tornar a mesma independente do local de execução, ou seja, parte do *applet* fica nos clientes e parte nos servidores, utilizando o melhor do que cada um pode oferecer, aproximando-se inclusive da abordagem Telescript, em que os agentes (no caso, agora escritos em Java, e mesmo em JavaScript) caminham na rede executando na máquina onde o recurso efetivamente está. O problema imediato para implementar uma arquitetura de agentes Java é a falta de padrões, tanto da linguagem como de modelos de agentes, sendo necessário aguardar a padronização nestas duas áreas para níveis mais avançados que os estágios atuais.

2.3.7 Sociedades de Agentes

Outras características dos agentes são as capacidades de comunicação e cooperação que podem haver entre eles. A comunicação é necessária para que haja troca de informações e mensagens entre os agentes, sobre as quais eles poderão agir e tomar decisões. A cooperação é a capacidade de trabalhar em conjunto, de forma a cada agente atingir seus objetivos, porém tendo a participação de outro agente.

Os agentes podem, desta forma, existir em sociedades, povoadas por vários agentes, cada qual cumprindo suas tarefas. Um exemplo é o formigueiro. Ele pode ser visto como um agente, mas também pode-se considerá-lo como uma sociedade de agentes, onde cada agente-formiga faz sua parte no objetivo comum de manter esta sociedade viva.

3. O projeto Os Espiões da Emília

O escritor brasileiro Monteiro Lobato retratou em suas estórias a vida em um sítio do interior de São Paulo, buscando resgatar costumes, crenças, lendas, folclore e até mesmo ciências como a Matemática e Astronomia. Consegue, até hoje, 50 anos após seu falecimento, cativar crianças e adultos, através da magia de seus livros, várias vezes transformados em programas para a televisão.

Em seu artigo: *Knowledge Building by Full Integration with Virtual Reality Environments and Its Effects on Personal and Social Life*, Fialho *et. al.* (*op.cit.*) descreve os principais personagens deste sítio, denominado Sítio do Pica-pau Amarelo. Aqui descrevemos aqueles que participarão do projeto proposto neste trabalho:

Vovó Benta: uma senhora idosa e sábia que guia seus netos através do espaço e tempo, através do mundo real (ensinando História e Geografia) e outros criados por famosos contadores de estórias (Esop, Anderson, Grim, etc.);

Tia Nastácia: um mulher negra, que nasceu escrava, na época em que haviam escravos no Brasil. Ela sabe as estórias folclóricas e os netos de Dona Benta adoram ouvi-las. Também é a melhor cozinheira do mundo e todos adoram seus quitutes;

Pedrinho e Narizinho: os netos de Dona Benta. Narizinho vive com sua avó e Pedrinho vem apenas durante suas férias;

Visconde de Sabugosa: um presente de tia Nástacia. Foi achado pelas crianças na biblioteca de Dona Benta e absorveu todo conhecimento existente lá. Ele é uma enciclopédia viva;

Marquês de Rabicó: um porquinho que fala e é muito medroso;

Emília: é a boneca de pano de Narizinho, presente de Tia Nastácia. Ela pode caminhar e falar e vive envolvida em aventuras pelo Sítio;

Besouros: os dois besouros são gêmeos e auxiliam Emília em suas espionagens, uma vez que a mesma está sempre querendo saber tudo que está acontecendo no Sítio ou na mata. Eles admiram muito Emília, sua coragem e esperteza, e contam-lhe tudo o que vêem ou ouvem. Têm uma característica interessante que é a forma como falam: um fala as palavras pares e o outro as ímpares.



Figura 7 - Besouro¹⁴

Baseando-nos no livro *Os Espiões da Emília* – Fragmento do Caçadas de Pedrinho (Lobato, *op.cit.*) – traçamos o projeto objeto de estudo desta dissertação, cujo objetivo é a utilização da teoria de agentes na construção de mundo lúdicos virtuais.

O Sítio do Pica-pau Amarelo é um ambiente, por si só, rico em cenários e personagens, no qual várias histórias se desenrolam, vários contextos são abordados, novos personagens podem aparecer a qualquer momento. Na visão do nosso trabalho, podemos considerar o Sítio como um mundo virtual habitado por uma sociedade de agentes cujo meio ambiente é bastante complexo. Cada personagem da história é um Agente Cognitivo, com suas características peculiares e personalidades. A criança, por sua vez, pode participar das aventuras através da imersão no mundo virtual sob a forma de um avatar, vivendo, desta forma, as experiências em primeira pessoa, possibilitando um maior aprendizado através da diversão.

Os personagens-agentes deverão ser capazes de saber o papel a desempenhar na história e interagir entre si, além de perceberem seu meio e a presença de um aluno-avatar em seu mundo, permitindo que o mesmo participe da história. Esta participação poderá ser feita através de perguntas, respostas e sugestões. Os personagens-agentes deverão ser capazes de aprender com a criança e utilizar este aprendizado para outras situações.

Em *Os Espiões da Emília* temos a história onde, através de dois besouros casacudos, Emília fica sabendo do plano dos animais da mata de atacar o Sítio, consequência da caçada dos meninos a uma onça.

A elaboração do mundo virtual complexo que é o Sítio do Pica-pau Amarelo, exige uma equipe multidisciplinar, uma vez que envolve conceitos e conhecimentos técnicos diversos, tais como: pedagogia, psicologia, computação gráfica, inteligência artificial, literatura, dentre outros. O

¹⁴ Fonte: www.monteirolobato.art.br (01 outubro 1998)

detalhamento completo de tal projeto exigiria tempo e recursos não disponíveis para elaboração desta dissertação, por isso resolvemos focar o detalhamento de dois dos agentes que comporão o mundo virtual, que são os besouros mencionados anteriormente. Pretende-se, com isso, permitir que se possa expandir posteriormente a especificação para os demais personagens da estória.

Segundo o que foi apresentado na teoria de agentes, podemos identificar as características que os besouros deverão ter para que sejam considerados Agentes Cognitivos:

Perceptores: os besouros deverão ser dotados de "ouvidos" e "olhos", ou seja, eles podem ouvir e ver tudo o que acontece no mundo. Também têm que perceber este mundo e identificar os personagens fonte de suas informações;

Atuadores: tudo o que for "visto" ou "ouvido" pelos besouros será "relatado", através da fala;

Cooperação: eles trabalham sempre juntos, tudo o que um vê ou ouve também é percebido igualmente pelo outro. A forma de falar dos besouros é um detalhe importante: as frases são faladas por ambos, sendo que um fala uma palavra da frase, o outro fala a seguinte, e assim por diante. Portanto, todo conhecimento de um é idêntico ao do outro e eles precisam coordenar a forma como falam;

Autonomia: os besouros não têm autonomia para tomar decisões de o que devem fazer, sempre seguirão as ordens do agente Emília. No entanto, podem decidir quem falará primeiro e qual rota seguirão para chegar ao local a ser observado;

Comunicação: os besouros tem a capacidade de comunicarem-se entre si e com o agente Emília ou com o aluno;

Comportamento adaptativo: são capazes de sentir o meio ambiente e adaptarem-se a ele;

Confiabilidade: sempre relatarão fielmente os fatos que observarem;

Raciocínio: os besouros sempre farão o que for mandado por Emília. Eles não têm capacidade de avaliar as informações, são meros observadores e transmissores fiéis dos fatos;

Mobilidade: eles têm capacidade de "voar" pelo mundo virtual, identificando os locais para onde foram mandados;

Agentes baseados em utilidade: os besouros deverão atingir as metas que lhes foram impostas mas deverão fazê-lo de forma a atingirem alta utilidade, pois em certos momentos, o fator tempo, segurança, veracidade das informações podem ser bastante relevantes;

Ambiente: os besouros viverão soltos pelo Sítio do Pica-pau Amarelo, mas poderão viajar para outros mundos, conforme lhes for solicitado. Portanto, o ambiente será:

- **Acessível:** seus aparatos deverão ser capazes de perceber o mundo virtual;
- **Não determinístico:** o ambiente pode mudar, principalmente se forem enviados a alguma missão fora do Sítio;
- **Não episódico:** um acontecimento está sempre dependendo dos acontecimentos anteriores;
- **Estático:** enquanto está deliberando o ambiente não muda;
- **Contínuo:** o ambiente não tem um número limitado e claro de percepções e ações. A cada momento podem surgir novas situações, novos personagens;

Crenças, emoções: a forma de dominação da Emília sobre os besouros é o autoritarismo e os mesmos têm muito medo dela, por isso fazem tudo que ela manda. Ao mesmo tempo que a temem, a admiram por sua coragem e inteligência. Portanto, deverá ser implementada alguma forma de os besouros sentirem as emoções de medo, respeito e admiração.

Concluindo, o que pretendemos com o projeto é desenvolver e validar, através de uma estória de Monteiro Lobato, o uso da teoria de agentes, tendo como meta a criação de um mundo lúdico virtual que apóie, através da brincadeira, o processo de aprendizagem de crianças e adolescentes.

4. Metodologia: Protótipo

Adotamos como metodologia de desenvolvimento do projeto descrito no capítulo 3 a elaboração de um protótipo que demonstra a viabilidade da construção de softwares educacionais utilizando como metáfora o Sítio do Pica-pau Amarelo e o paradigma de agentes.

A proposta foi a implementação de um fragmento de uma estória de Monteiro Lobato: *Os espiões da Emília*. Como já definido anteriormente, nesta versão do projeto, não serão inseridas as características de agentes aos personagens da estória, em função dos prazos e recursos.

Para a elaboração do protótipo adotou-se a metodologia descritas nos itens a seguir:

4.1 Projeto do Software

4.1.1 Requisitos de Software

O desenvolvimento do protótipo exigia a adoção de um software que permitisse o uso de recursos multimídia, uma linguagem que suportasse a programação dos personagens e a interface com outros softwares para a implementação de rotinas e acesso a banco de dados, permitindo a implementação das características de agentes aos personagens.

Foi adotada, então, a ferramenta **Micromundos versão 2.01**, cedida gentilmente pela LCSi - Logo Computer Systems Inc.- para desenvolvimento da pesquisa.

O Micromundos é uma ferramenta educacional orientada a objeto fundamentada na linguagem LOGO. A linguagem Logo foi criada por Seymour Papert, discípulo de Jean Piaget, através de suas pesquisas buscando utilizar o computador como recurso pedagógico de acordo com a concepção construtivista da educação.

O Micromundos apresenta recursos de ferramenta de desenho, editor, habilidade para importar gráficos e sons, permitindo a criação de projetos multimídia, jogos e simulações.

Apesar de ser uma ferramenta desenvolvida para crianças, verificou-se na elaboração do projeto que é poderosa e de fácil uso, sendo seu aprendizado possível através do *Help on-line* somente e permitindo a implementação de todos os recursos que necessitávamos no protótipo.

O software foi desenvolvido em um microcomputador *Pentium* 133Mhz, 64Mb de memória RAM, utilizando recursos multimídia no ambiente Windows.

Para a apresentação do software *Os Espiões da Emília*, é necessário executar o ambiente *Player* do Micromundos e através do mesmo, chamar o projeto: Espioes.mw2

4.1.2 Descrição do Software

O software *Os Espiões da Emília* foi desenvolvido de forma a apresentar à criança uma história e, portanto, segue a sequência do enredo, apresentando um convite a participar da história, uma introdução e a sequência de cenas propriamente dita.

A metáfora proposta é o Sítio do Pica-pau Amarelo e o enredo se desenvolve em vários cenários e momentos. As falas dos personagens são apresentadas em balões, tais quais as revistas em quadrinhos e também através do som, ativando dois estímulos para acompanhar os diálogos: leitura e audição, além, é claro, da visão, através das cenas. Também são apresentadas algumas caixas de texto explicativo, quando necessário.

A navegação pelo software é feita através de botões, que permitem à criança avançar para a próxima cena ou retornar para a anterior e revê-la, ou então selecionar a opção "Mapa" e deslocar-se para qualquer cena desejada.

O diagrama de estados da Figura 8 apresenta o fluxo das telas do *Os Espiões da Emília*, permitindo ter-se uma visão global do software.

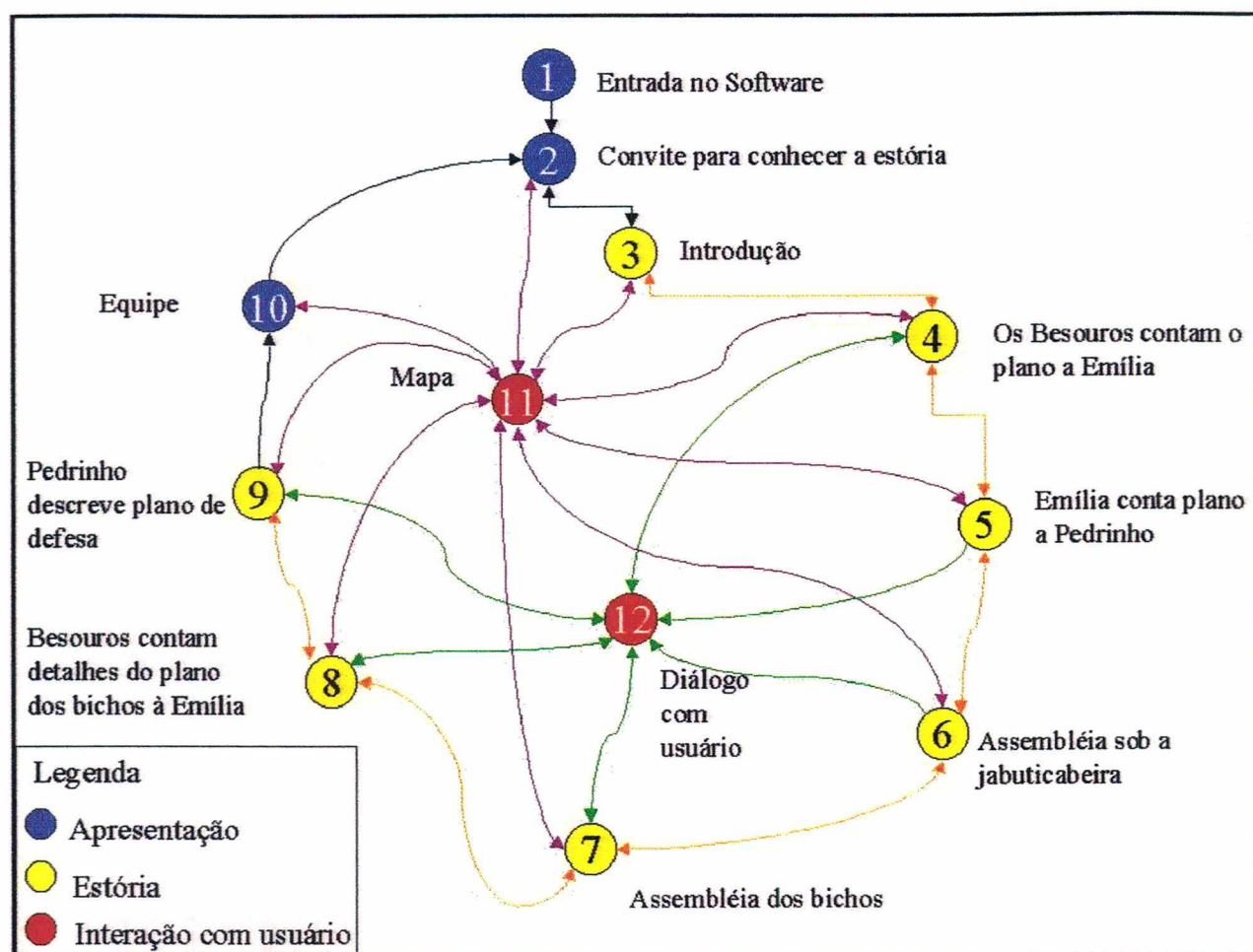


Figura 8 - Diagrama de estados do Os Espiões da Emília

O item 12 – Diálogo com usuário – não foi especificado nesta versão, pois necessita da implementação de rotinas de agentes associadas aos personagens.

4.1.3 Especificação dos Cenários

4.1.3.1 Use Cases

A modelagem Use Case é uma análise técnica para extrair informações, entender e definir funcionalmente os requerimentos de um sistema (Jacobson, 1994). O modelo consiste de atores, use cases e o relacionamento entre eles. Atores são objetos que residem fora do sistema modelado, use cases são objetos que residem no sistema.

Não é objeto de estudo desta dissertação a metodologia Use Case, apenas utilizamo-na com o intuito de especificar e documentar cada cenário do protótipo, adaptando a metodologia para um projeto de micromundos. Em nossa especificação consideramos atores não só o usuário do sistema, mas os próprios personagens da estória.

Para cada nó do diagrama de estados da Figura 8 foi elaborada uma use case que descreve o cenário correspondente. Estas use cases são apresentadas no Anexo A. No anexo B complementamos a descrição de cada cena da estória através da apresentação dos diálogos.

4.1.3.2 Cenários do *Os Espiões da Emília*

Neste item apresentamos um exemplo de cada cenário do *Os Espiões da Emília*, conforme a sequência apresentada na Figura 8 e a especificação da Use Case correspondente.

Cena 1: Entrada no *Software*

Esta tela é a inicial do software e apresenta os créditos do projeto. A passagem para a tela seguinte é automática.



Figura 9 - Tela de apresentação dos créditos

Cena 2: Convite para conhecer a estória

Nesta tela é apresentada uma visão panorâmica do Sítio do Pica-pau Amarelo e um dos Besouros convida a criança a conhecer a estória dos Espiões da Emília.

Clicando no botão **Iniciar**, a criança passará para a tela seguinte. Para sair do software, deve-se, primeiramente clicar na parte preta da tela, fora do cenário, em qualquer cena; depois selecionar a opção Arquivo do menu do *Micromundos Player* e então selecionar a opção **Sair**. O botão **Mapa** em todas as telas permite abrir a opção "Mapa", descrita na Cena 12.

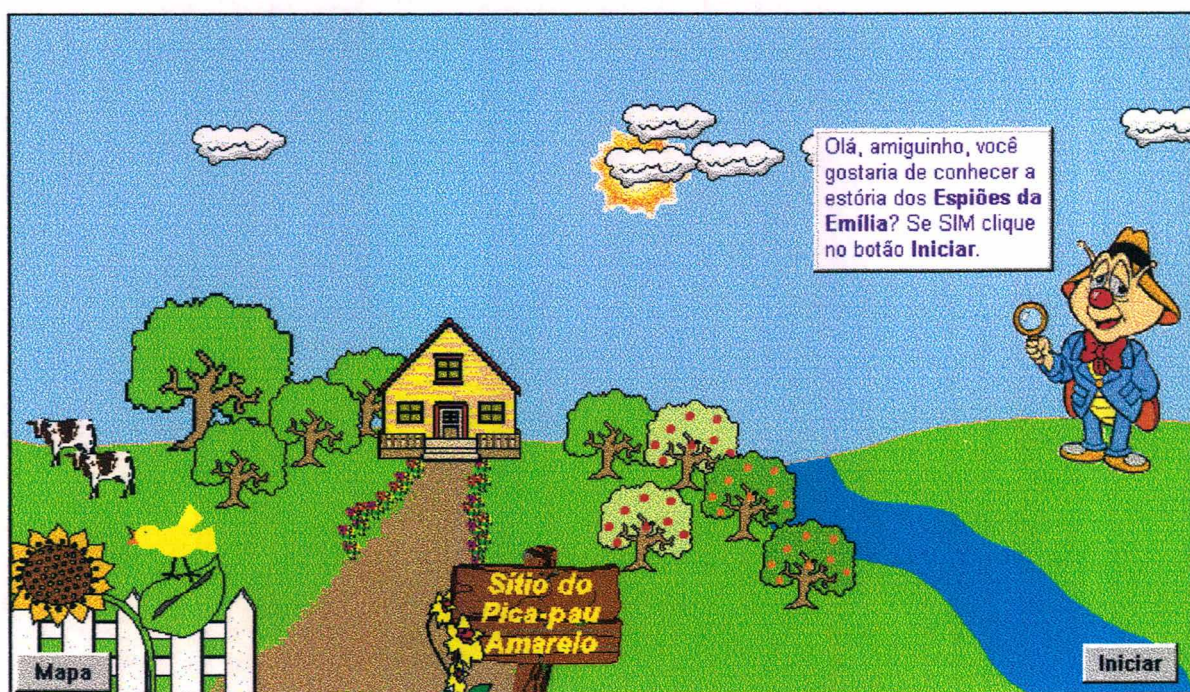


Figura 10 - Besouro convida criança a conhecer a estória

Cena 3: Introdução

Nesta tela é apresentada a introdução da estória, com o intuito de localizar o leitor no contexto do que irá se desenrolar nas próximas cenas. O usuário pode optar pelo botão **Continua** para conhecer a estória, **Retorna** para voltar para a tela anterior ou **Mapa** para se deslocar a qualquer outra cena.

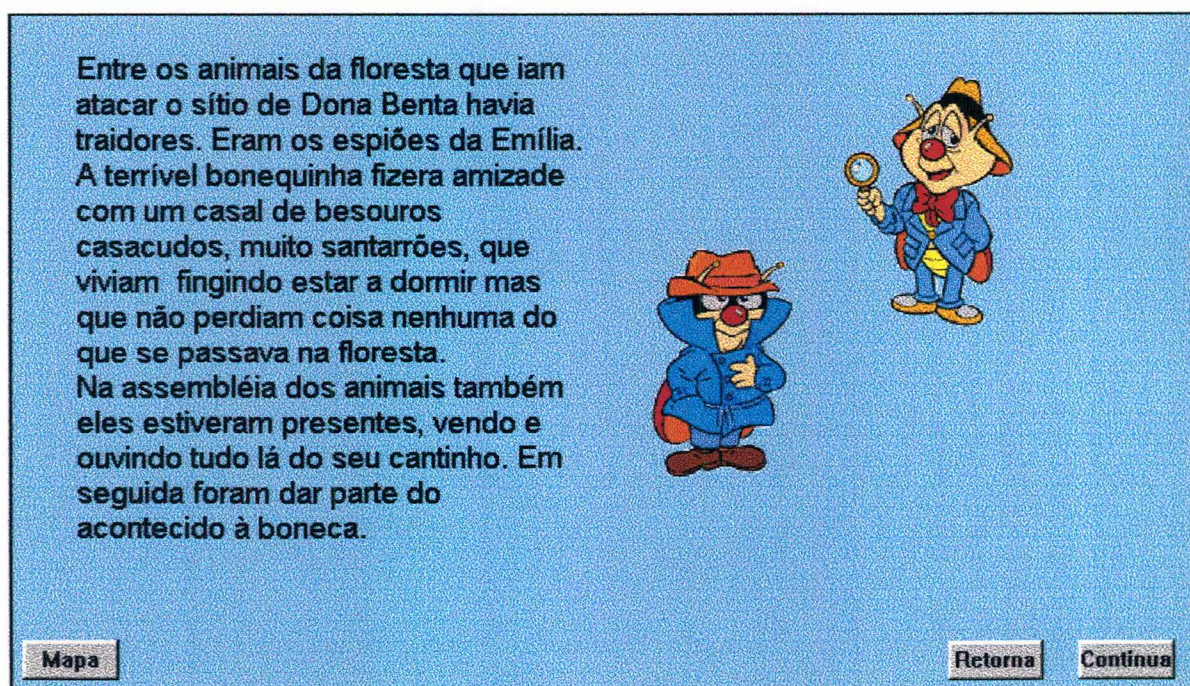


Figura 11 - Introdução à estória dos Espiões da Emília

Cena 4: Os besouros contam o plano à Emília

Esta é a primeira cena onde os Besouros contam à Emília o plano dos animais da mata para atacar o Sítio, em virtude da turma ter matado uma onça. O diálogo é apresentado em balões e som e, ao final da cena, o usuário deve selecionar um dos botões para **Continuar** ou **Retornar** na estória ou ainda deslocar-se para outra cena através do **Mapa**. A cena pode ser interrompida a qualquer momento através dos botões disponíveis.

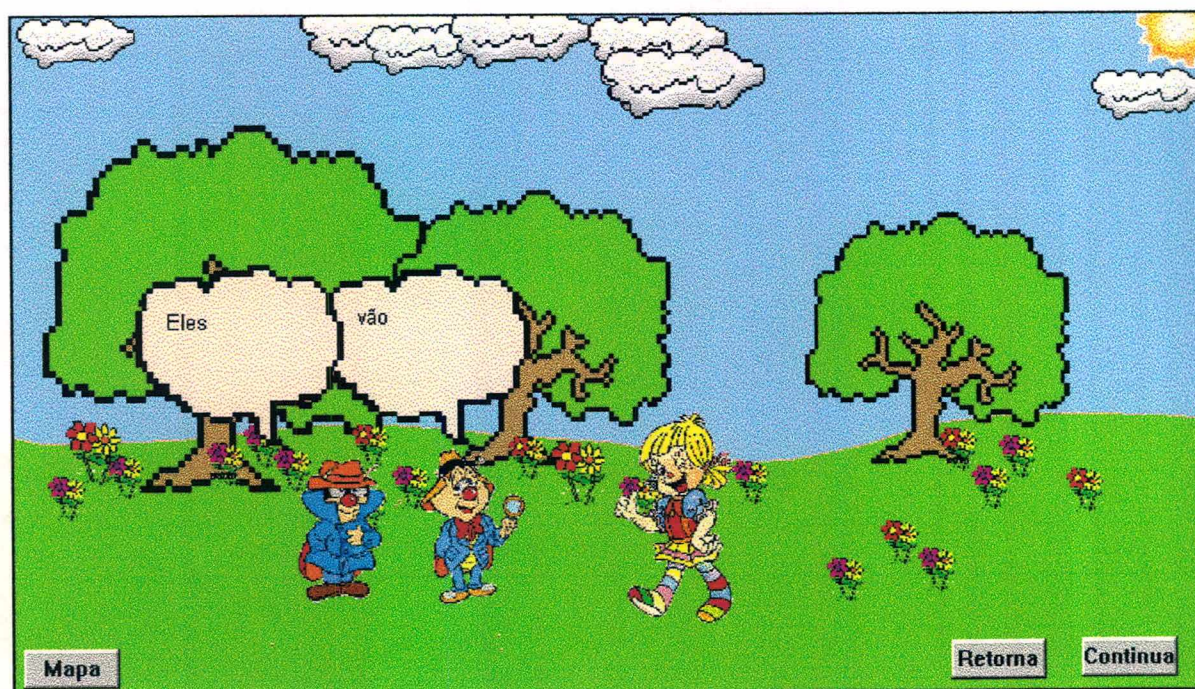


Figura 12 - Os Besouros contam o plano à Emília

Cena 5: Emília conta plano a Pedrinho

Após saber sobre o ataque ao Sítio, Emília corre para casa para contar tudo à Pedrinho. Os procedimentos de retorno, continuidade ou interrupção são os mesmos da Cena 4.



Figura 13 - Emília conta plano a Pedrinho

Cena 6: Assembléia sob a jabuticabeira

Emília e Pedrinho reúnem a turma no pomar para discutirem o que fazer a respeito do ataque ao Sítio. Novamente os botões são semelhantes às cenas anteriores.



Figura 14 - Assembléia sob a jabuticabeira

Cena 7: Assembléia dos bichos

Enquanto isso, lá na mata, os animais discutem como farão o ataque ao Sítio. Lá num cantinho os Besouros ouvem tudo atentamente. Novamente estão disponíveis os botões **Retorna**, **Continua** e **Mapa**.



Figura 15 - Assembléia dos bichos

Cena 8: Besouros contam detalhes do plano dos bichos à Emília

Após espionarem a assembléia na mata, os besouros vêm contar tudo à Emília. Os botões **Retorna**, **Continua** e **Mapa** estão disponíveis também nesta cena.



Figura 16 - Besouros contam detalhes do plano dos bichos à Emília

Cena 9: Pedrinho descreve plano de defesa

Nesta, que é a cena final, a turma do Sítio concorda com a estratégia de defesa apresentada por Pedrinho e resolve aguardar o ataque. Estão disponíveis o botão **Retorna**, que permite voltar à cena anterior; **Fim**, que fará com que seja apresentada a tela com apresentação da equipe de desenvolvimento e créditos finais e **Mapa**, que permite o deslocamento para qualquer cena da estória.





Figura 17 - Pedrinho descreve plano de defesa

Cena 10: Equipe

Nesta cena, é apresentada toda a equipe que participou do projeto, bem como os créditos dos autores da obra, música e imagens utilizados neste projeto.

Este trabalho complementa a dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

AGENTES COGNITIVOS COMO GUIAS DE MUNDOS LÚDICOS VIRTUAIS



Autora
Adriana Gomes Alves

Orientador
Prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, Dr.

Co-orientadora
Maria Aparecida José Bassa, Mestre

Baseado na Obra de Monteiro Lobato
"Os Espiões da Emília", fragmento do Caçadas de Pedrinho

Música
Sítio do Pica-pau Amarelo, de Gilberto Gil

Imagens
www.digi.com.br/memoriaviva/mlobato e www.monteirolobato.art.br

Vozes

| | |
|---|---|
| Narradora: Adriana Gomes Alves | Narizinho: Thais Alves Matos |
| Emília: Leila Valladares Heitich | Pedrinho: Felipe Refatti Perfeito |
| Onção e Visconde: Ewerton Eyre de Moraes Alonso | Rabicó: Lélia Regina Refatti Perfeito |
| Besouros: Lélia e Felipe Refatti Perfeito | Coro das Onças: Adriana, Leila, Thais, Felipe e Lélia |

Reiniciar

Figura 18 - Equipe e créditos finais

Cena 11: Mapa

Este cenário apresenta o fluxo das cenas por todo o projeto, permitindo à criança passar de uma cena à outra de forma não sequencial, possibilitando rever cenas ou antecipar uma cena qualquer. Basta clicar no botão correspondente à tela que deseja apresentar.

O "Mapa" é acionado em qualquer cena onde tem o botão **Mapa**.

Cada quadrado azul representa uma cena e as imagens procuram lembrar à criança a qual cena se refere o botão.

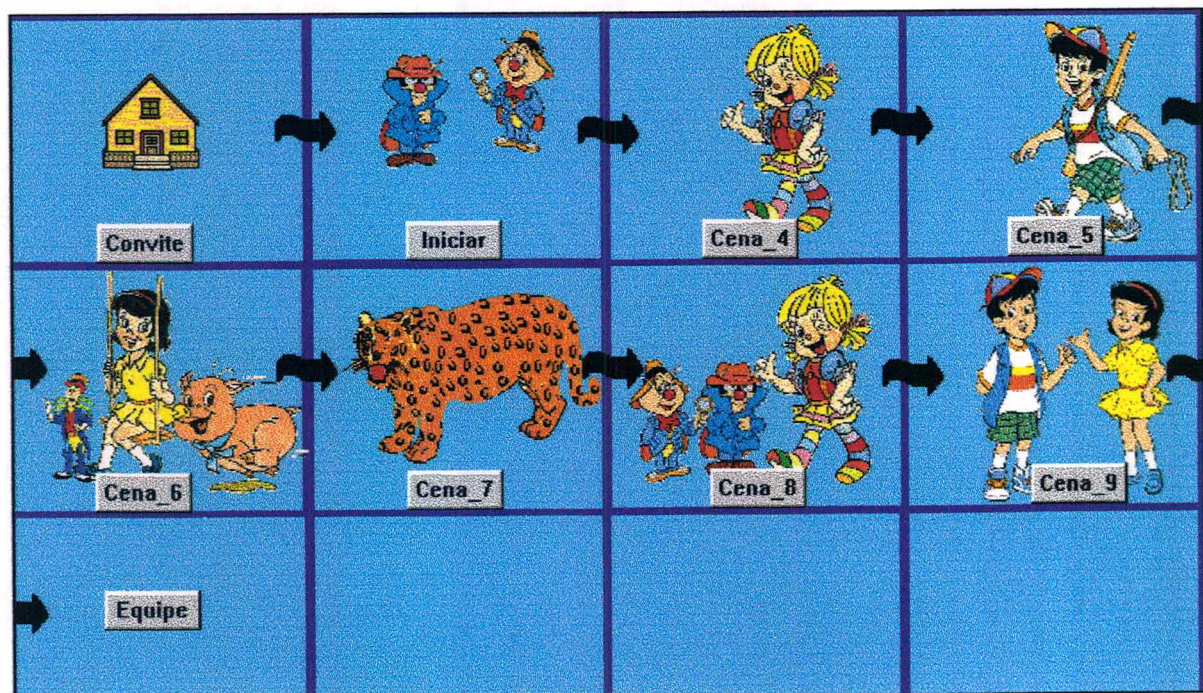


Figura 19 - Mapa dos cenários

4.2 Limites do Protótipo

Em função do protótipo ter sido desenvolvido pela autora somente, alguns recursos não puderam ser mais detalhados, como os movimentos dos personagens, que exige um trabalho de *designer* e criação em ferramentas próprias para tal. Também as vozes e sons precisam de trabalhos de estúdio para melhorar sua qualidade. Mas, o que se procurou fazer foi apresentar um pouco de cada recurso com o intuito de comprovar a eficiência e eficácia do ambiente de desenvolvimento utilizado, sendo os recursos citados anteriormente simples de desenvolvimentos posteriores.

Também nos limitamos a apresentar uma história sequencial, sem a implementação dos agentes que, tal como já justificado no início do trabalho, é uma tarefa complexa e exige a formação de uma equipe multidisciplinar. Esta equipe poderá ser formada por: educadores, especialistas em Inteligência Artificial, *designers*, pedagogos, por exemplo.

5. Resultados Obtidos

A pesquisa para elaboração do software, o retorno às histórias e à imaginação infantil foram o ponto alto da aprendizagem obtida com o desenvolvimento da dissertação. Buscou-se inspiração na Internet e nos livros de Monteiro Lobato e criação de um ambiente alegre e colorido, agradável para o usuário.

A criação do software foi um processo de construção que foi evoluindo junto com a aprendizagem do ambiente Micromundos. Esta aprendizagem foi feita com auto-estudo através do *Help On-line* e a medida em que fomos evoluindo no seu conhecimento, também foi possível a implementação de melhores recursos visuais e otimização de código.

Pôde-se verificar na prática quais os recursos necessários, as dificuldades e os desafios de desenvolver um projeto de tal envergadura.

O objetivo inicial proposto foi alcançado, pois agora temos um trabalho que mostra a viabilidade de construir-se um mundo virtual com a proposta do Sítio do Pica-pau Amarelo, motivando outros pesquisadores a dar-lhe continuidade. Este trabalho também deve resgatar nossa cultura, através das histórias de Monteiro Lobato que trazem consigo muito de nosso folclore, lendas, história e muito mais, além de ser uma metáfora riquíssima para a implementação da teoria de agentes.

6. Conclusões

A teoria de agentes ainda é uma matéria de estudo recente e exige muita pesquisa e desenvolvimento de softwares que permitam a implementação de rotinas que dêem aos mesmos características semelhantes ao humanos, tais como sentimentos, compreensão, reconhecimento do mundo virtual, entre outras.

O desenvolvimento de um mundo virtual complexo, tal como o Sítio do Pica-pau Amarelo, exige um estudo que não se limita a uma bacharel em Ciências da Computação, mas sim necessita do trabalho conjunto de uma equipe multidisciplinar onde vários aspectos do micromundo e seus personagens devem ser avaliados: psicologia, designer, Inteligência Artificial, ergonomia, além dos aspectos e avaliações pedagógicas do software: como a criança interage, aprende, como a ferramenta pode ser algo que desenvolva a criatividade e desperte a curiosidade.

Portanto, concluímos que este trabalho não pretende ser um fim nele mesmo mas, ao contrário, o início de uma grande pesquisa e projeto, a alavanca motivadora da criação de um micromundo complexo, que permita a interação e imersão virtual de seus participantes, desenvolvendo o aprendizado de forma lúdica e criativa e resgatando um marco de nossa literatura, que é a Obra de Monteiro Lobato.

6.1 Sugestões para Futuros Trabalhos

Sugere-se como trabalho futuro o aprimoramento do *Os Espiões da Emília*, através da implementação de movimentos aos personagens, dando-lhes mais ação e tornando-os mais realísticos. Também é interessante implementar interações divertidas nas cenas da estória, tal como clicar em um objeto e aparecer algo escondido, ou o personagem fazer uma pirueta, ou explicações de detalhes do Sítio ou do personagem. Ao final da estória também podem ser implementadas brincadeiras que visem a memorização envolvendo os personagens e cenários.

Outra sugestão é o desenvolvimento do software numa versão 3D, dando-lhe mais características de realidade.

Em qualquer das versões acima, sugere-se a implementação das características de agentes especificadas no capítulo 3 para os Besouros, podendo, a partir destes, implementar também para os demais personagens. Também a possibilidade de permitir ao usuário ‘entrar’ na estória através de um avatar e participar da mesma interagindo com os personagens, permitindo seu aprendizado em primeira pessoa.

Por fim, em se tratando de um software multimídia, sua melhoria só depende da criatividade e pesquisas que se queira realizar partindo-se do que já foi estudado e apresentado nesta dissertação ou outros trabalhos.

Glossário

| | |
|---------------------|---|
| 3D. | Tridimensional, que tem três dimensões. |
| <i>Applet</i> | Programa escrito na linguagem Java que pode ser incluído em uma página HTML da mesma forma que uma imagem é incluída (Sun Microsystems, Inc. ,1999). |
| Bits/seg | Medida que expressa a velocidade de transmissão da informação em bits. Exemplo: 2.400 bits por segundo, representam cerca de 240 caracteres por segundo. |
| CAD | Computer Aided Design - Projeto Assistido por Computador -programas usados para projetos de engenharia, arquitetônicos e científicos (Definitiva Consultoria em Informática, 1999). |
| Cyberspace | O mesmo que Espaço Cibernético. |
| Espaço Cibernético | Espaço de comunicação entre milhões de pessoas, instituições, empresas, através de computadores ligados à Internet (Almeida, 1999). |
| <i>Feedback</i> | Reação, resposta, retorno. |
| <i>Help On-line</i> | Documentação do software acessada através da opção Ajuda do menu principal. |
| Hiperlincado | Ligação hipertexto . Você clica e é remetido para outro local, outra parte do mesmo documento ou de outro documento (Definitiva Consultoria em Informática, 1999).. |
| Hipertexto | Termo que designa a forma com que foi elaborado um documento em que algumas palavras são âncoras de ligação para outros documentos (Shopping Virtual, 1999).. |
| Holografia | Palavra de origem grega: holo=tudo e grama=mensagem, informação. Modernamente seu significado refere-se a fotografias em 3D que contêm toda informação em cada porção da sua superfície (IF-UFRJ,1999). |

| | |
|--------------------------|--|
| HTML | HyperText Mark-up Language. Linguagem que possibilita a criação de páginas para a World Wide Web (Shopping Virtual, 1999). |
| IA | Inteligência Artificial. |
| <i>Knobots</i> | Agentes personalizados, por exemplo, realizam pesquisas na Internet ou redes locais e avisam seus usuários quando encontram informações que atendem suas necessidades (Powerset, Inc, 1999). |
| Multimidia | Hardware ou software que utiliza imagem, texto, som e animação. |
| <i>Portals</i> | Passagens existentes entre os cenários de um mundo virtual através das quais pode-se passar para outro cenário. |
| RV | Realidade Virtual |
| <i>Scripts</i> | Roteiros, procedimentos, programas. |
| Video de Cristal Líquido | Tipo de vídeo que usa cristal líquido, um composto orgânico com propriedades tanto sólidas com líquidas (Shopping Virtual, 1999). |

Bibliografia

- ALMEIDA, Virgílio Fernandes. **Rumo ao Espaço Cibernético**. Disponível na Internet. <http://www.dcc.ufmg.br/~virgilio/estaminas/cara.html> . 05 abril 1999.
- ALVES, Adriana Gomes. **Agentes Cognitivos na Construção de Personagens de Estórias Infantis**. Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Adriana/trabalhofinal.html>. 01 março 1998.
- ANDRADE, Adja Ferreira de. **Assistente de Currículo Personalizado adaptado via Técnicas Evolucionárias e Tecnologia de Agentes**. Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Adja/trabagentes.htm>. 01 março 1998.
- IF-UFRJ. **Holografia**. Disponível na Internet. <http://www.if.ufrj.br/teaching/otica/holograf.html>. 05 abril 1999.
- INSTITUT FÜR ANGEWANDTE INFORMATIK. **ARTEMIS-Homepage**. Disponível na Internet. http://www.iai.fzk.de/~artemis/welcome_engl.html. 26 março 1999.
- AXT, Margarete. **Estruturação de histórias no computador e desenvolvimento cognitivo**. In: VVAA, *Informática em Psicopedagogia*. Organizado por Vera Barros de Oliveira. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 1996. Pp. 35-83.
- BASTOS, Rogério Cid, SILVA, Gilson Medeiros. **Uma Abordagem Multi-Agentes para Solução de Sistemas de Filas Espacialmente Distribuídos**. Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Gilson/artgeral.htm> . 01 março 1998.

BELLI, Mauro J, BOLZAN, Regina de F.F. de A., ALVES, Adriana G., *et.al.* **Sistemas de Educação a Distância-Conhecimento, Informação e Educação: Uma Abordagem para o Desenvolvimento de Cursos no Ensino a Distância.** Trabalho não publicado. Maio,1998.

BERARD, Edward V. **Be Careful with "Use Cases"**. Disponível na Internet. http://www.toa.com/pub/html/use_case.html . 18 agosto 1998.

BLACK, Erika. **Behaviorism As a Learning Theory.** 1995. Disponível na Internet. <http://129.7.160.115/INST5931/behaviorism.html> . 08 fevereiro 1999.

BLUMBERG, Bruce M. Disponível na Internet. <http://bruce.www.media.mit.edu/people/bruce> .05 julho 1998.

BOING, Hamilcar. **Um Ambiente de Comunicação para a Escola Virtual baseado na Tecnologia de Agentes.** Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Hamilcar/artigofinal.html> . 01 março 1998.

BRAZ Júnior, Osmar de Oliveira, LOPEZ , Oscar Ciro. **Agentes para auxiliar nas condições de convergência e definição de intervalos ideais para parâmetros em Algoritmos Genéticos.** Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Osmar/artiagen.htm> . 01 março 1998.

CASES, Blanca. **ARTIFICIAL LIFE: A focus from the Theoretical Computer science.** Disponível na Internet. <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/9802/3d4in000.htm>. 05 abril 1999.

CENTRO DE INFORMAÇÕES MULTIEDUCAÇÃO. **Pressupostos da Teoria Construtivista de Piaget.** 1998a. Disponível na Internet http://www.rio.rj.gov.br/multirio/cime/ME03/ME01_030.html . 08 Fevereiro 1999.

CENTRO DE INFORMAÇÕES MULTIEDUCAÇÃO. **Relação Desenvolvimento e Aprendizagem.** 1998b. Disponível na Internet.
<http://www.rio.rj.gov.br/multirio/cime/ME03/ME03.html> .08 Fevereiro 1999.

CENTRO LATINO AMERICANO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA - IBM (CLIE-IBM).
Filosofia Educacional do LogoWriter. (Compêndio) - São José, Costa Rica, 1990.

COCKBURN, Alistair. **Basic Use Case Template.** Disponível na Internet.
<http://members.aol.com/acockburn/papers/uctempla.htm> . 12 agosto 1998.

COCKBURN, Alistair. **Structuring Use Cases with Goals.** Disponível na Internet.
<http://members.aol.com/acockburn/papers/usecases.htm> . 12 agosto 1998.

DAMER, Bruce. **Avatars! Exploring and Building Virtual Worlds on the Internet.** Peachpit Press, Berkeley, CA, USA, 1998.

DEFINITIVA CONSULTORIA EM INFORMÁTICA. **Dicionário de Informática.** Disponível na Internet. <http://www.definitiva.com.br/dicionar.htm> . 10 abril 1999.

ECO, Umberto. **Como se faz uma tese.** Tradução por Gilson Cesar Cardoso de Souza.. 14.ed. São Paulo: Perspectiva S.A., 1998. 170p. Tradução de: Como se fa una tesi di laurea.

FIALHO, Francisco Antonio Pereira, CATAPAN, Aracy Hack, CASAS, Luis Alberto Alfaro, *et al.* **Knowledge Building by Full Integration with Virtual Reality Environments and Its Effects on Personal and Social Life.** Trabalho apresentado an International Conference: Education Technology: Asking the Right Questions. Penny State University. Pennsylvania, USA, 1997.

FIALHO, Francisco Antonio Pereira. **Sistemas de Educação a Distância.** Material didático apresentado na disciplina Conhecimento, Informação e Educação I, PPGEP-UFSC. Trabalho não publicado. Março, 1998.

FITZGERALD, Patrick J., BUIE, Tim, CUALES, Michael. **The EyeCue System: A Prototype for The Next Generation of Educational Technology**. 1997. Disponível na Internet. <http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/project/meridian/feat2-1/feat2-1.html> .05 julho 1998.

FISCHER, M. Clara, OLIVEIRA, Vera Barros de. **A microinformática como instrumento da construção simbólica**. In: VVAA, *Informática em Psicopedagogia*. Organizado por Vera Barros de Oliveira São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 1996. Pp. 147-164.

FRANKLIN, Stan, GRAESSER, Art. **Is it na Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents**. 1996. Disponível na Internet. <http://www.msci.memphis.edu/~franklin/AgentProg.html> .02 novembro 1997.

GÓMEZ , Luis Alberto, ALVES, João Bosco. **Controladores Multiagentes em Edifícios Inteligentes**. Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Luis/artigoagentes.html> .01 março 1998.

GÓMEZ , Luis Alberto, ALVES, João Bosco. **São os Tamagotchies Agentes Inteligentes?**. Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Luis/tamagotchi1.html> .01 março 1998.

GONÇALVES, Alexandre L., RAUTENBERG, Sandro, PACHECO, Roberto, *et.al*. **Sistemas Multiagentes no Desenvolvimento de um Protótipo de um Sistema de Logística**. Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Alexandre/artigofinal.html> .01 março 1998.

GRANDI , Gilberto. **O Uso de Agentes na Construção de um Sistema de Diagnóstico para Help Desk**. Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Grandi/artigo.html> . 01 março 1998.

GRIPA, Ilson. **Agentes Inteligentes: a computação moderna** Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Ilson/trabalho.htm> . 01 março 1998.

GRUPO DE REALIDADE VIRTUAL DA PUC/RS. **Realidade Virtual**. . Disponível na Internet.
<http://www.inf.pucrs.br/~grv/introd.htm> .30 março 1998.

GRUPO DE REALIDADE VIRTUAL DA PUC/RS. **Aplicações de Realidade Virtual**. .
Disponível na Internet. <http://www.inf.pucrs.br/~pinho/RV/aplic.htm> .05 abril 1999.

GUERRERO, René Cruz. **Batalha Naval Distribuída**. Disponível na Internet.
<http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Rene/trabalhofinal.htm>. 01 março 1998.

HALFPAP, Dulce Maria, BELLI, Mauro José. **O Papel de Sistemas Inteligentes para o desenvolvimento de Organizações Virtuais no ambiente Internet** Disponível na Internet.
<http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Dulce/artigo.htm>. 01 março 1998.

HEILMANN, Kathryn , KIHANYA, Dan , LIGHT, Alastair , *et.al.* **Intelligent Agents: A Technology and Business Application Analysis**. 1995. Disponível na Internet.
<http://www.mines.u-nancy.fr/~gueniffe/CourseEMN/I31/heilmann/heilmann.html> .Setembro 1997

HEERMANS, Bjorn. **Intelligent Software Agents on the Internet: na inventory of currently offered functionality in the information society : a prediction of (near)- future developments**.1996. Disponível na Internet. <http://www.hermans.org/agents> . novembro 1997.

JACOBSON, Ivar. Use Cases and Objects. **Report on Object Analysis & Design, ROAD**, New York, Volume I, Number 4, November-December 1994.

KODA, Tomoko, MAES, Pattie. **Agents with Faces: The Effects of Personification of Agents**. Disponível na Internet. <http://pattie.www.media.mit.edu/people/pattie/cv.html> (postscript) . 05 julho 1998.

LITTO, Frederic M. **Repensando a educação em função de mudanças sociais e tecnológicas recentes.** In: VVAA, *Informática em Psicopedagogia*. Organizado por Vera Barros de Oliveira. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 1996. Pp. 85-110.

LOBATO, Monteiro. **Os Espiões da Emília:** fragmento do Caçadas de Pedrinho. 4.ed. São Paulo: Brasiliense, 1995.

LOBATO, Monteiro. **Narizinho Arrebitado:** fragmento do Reinações de Narizinho. 6.ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

LOBATO, Monteiro. **Caçadas de Pedrinho.** 60.ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

MAES, Pattie. **Modeling Adaptative Autonomous Agents.** Disponível na Internet. <http://pattie.www.media.mit.edu/people/pattie> (postscript). 05 julho 1998.

MADEIRA, Mauro N. **Um Sistema de Autuação/Medição automático visto como um Agente Inteligente.** Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Mauro/sasmdr.htm> . 01 março 1998.

MENDES, Mônica H. **A linguagem LOGO e sua utilização na psicopedagogia.** In: VVAA, *Informática em Psicopedagogia*. Organizado por Vera Barros de Oliveira. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 1996. Pp. 131-146.

MITCHELL, Ian. **Analysis.** Disponível na Internet. <http://www.sigs.com/omo/tips/9704/9704.mitchell.html> . 18 agosto 1998.

MORAN, José Manuel. **Interferências dos Meios de Comunicação no Nosso Conhecimento:** trechos do artigo. 1994. Disponível na Internet. <http://www.eca.usp.br/eca/prof/moran/interf.htm> . 04 fevereiro 1999 .

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos?**.1995. Disponível na Internet. <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/2artigo.htm> . 04 fevereiro 1999 .

NARDI, Bonnie A., MILLER, James R., WRIGHT, David J. **Collaborative, Programmable Intelligent Agents**. Disponível na Internet. <http://www.millerclan.com/jmiller/ADD-CACM/ADD-CACM.html>. 05 julho 1998.

NEGROPONTE, Nicholas. **O próximo bilhão de usuários**.1997. Disponível na Internet. <http://www.agestado.com/virtual/nicholas/nick21.htm> .08 fevereiro 1999.

NUNES, Rosemeri Coelho. **Hipermídia para Lógica de Programação Incorporando Tecnologia de Agentes**. Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Rosemeri/boscofinal.html> .01 março 1998.

OLIVEIRA, Cláudio Magalhães de. **Um Sistema de Previsão Automática de Cargas para uso em sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica**. Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Claudio/artbosco8.html> . 01 março 1998.

PEREIRA, Max Roberto. **JATLite – Uma Ferramenta para Construção de Agentes**. Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Max/tf.htm> . 01 março 1998.

PIERITZ, Homero I. **Linguagens: A base para a construção de Agentes Inteligentes**. Disponível na Internet. <http://www.inf.ufsc.br/iad/users/h/homero/linguagens.htm>. 07 julho 1998.

PIMENTA, Aluísio. **A Educação na Era da Informação**. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/hpedu76.htm>. 04 fevereiro 1999.

POWERSET, INC. **So what we are talking about**. Disponível na Internet. <http://www.powerset.com/knobs/knobs.htm>. 05 abril 1999.

PUC-SP. **O que a Escola Ensina.** Disponível na Internet.
<http://cogea.pucsp.br/~sirci/banco/vida/ambiente/esc6.html>. 08 fevereiro 1999.

RAMALHO, Benício José Almeida, BASTOS, Rogério Cid. **Um Sistema Inteligente Multiagente Atuando na Resolução de Problemas de Alocação de Recursos em uma Universidade.** Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Benicio/artigo.html> .01 março 1998.

REVISTA INOVAR. **Ensino Crítico.** Florianópolis: UFSC, nº 11, ago., 1998.

RIBAS, Marcel Alexandre Cabral. **Agentes Inteligentes: Uma Solução Para A Transferência De Dados Via Internet.** Disponível na Internet. <http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Marcel/artigo.html> .01 março 1998.

RUSSEL, Stuart J., NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1995.

SHOPPING VIRTUAL. Disponível na Internet. <http://www.shopvirtual.com.br/dicionario> . 05 abril 1999.

SINZATO, Carmem Isabel Pereira. **Desenvolvimento de um Micromundo para o Alinhamento de Equipes de Trabalho.** Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

SMITH-GRATTO, Karen. **Toward Combining Programmed Instruction and Construtivism for Tutorial Design.** Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/constrmm.htm> .04 fevereiro 1999.

SOUZA, Patrícia Cristiane de. **Sistema de Autoria para Construção de “Adventures” Educacionais em Realidade Virtual**. Florianópolis, 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina.

STORB , Bernd Heinrich, RIVERO, Sérgio Luiz de Medeiros, WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Usando o conceito de complexidade para a classificação de agentes**. Disponível na Internet. http://inf.ufsc.br/~jbosco/adriana/Bernd/trabalho/cpx_1_0.html .01 março 1998.

STRUDWICK, Janette. **Behaviourist and Constructivist approaches to multimedia**. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/constrld.htm> . 04 fevereiro 1998.

SUN MICROSYSTEMS, INC. **Applets**. Disponível na Internet. <http://java.sun.com/applets/index.html>. 05 abril 1999.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Aula 12: Comportamentalismo e o computador como máquina de ensinar**. 1998a. Disponível na Internet <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/e3375m.htm> .08 fevereiro 1999.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Construtivismo**. 1998b. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/constr1.htm> . 04 fevereiro 1999.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Teoria das múltiplas inteligências** 1998c. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/mm7int2.htm>,
<http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/mm7in2a.htm>,
<http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/mm7in2b.htm>,
<http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/mm7in2c.htm>,
<http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/mm7in2d.htm>,
<http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/mm7in2e.htm>,
<http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/mm7in2f.htm>,
<http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/mm7in2g.htm> e ,
<http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/mm7impl.htm> . 08 fevereiro 1999.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Cognitivismo**. 1998d. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/mmedu.htm> . 08 fevereiro 1999.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **A evolução dos ambientes de aprendizagem construtivistas**. 1998e. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/constr2.htm> . 04 fevereiro 1999.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **As Inteligências Múltiplas: Estratégias de sala de aula**. 1998f. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/teleduc/multint.htm> . 08 fevereiro 1999.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Ciência Cognitiva - Definições**. 1998g. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/cogndef.htm> . 08 fevereiro 1999.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Porque usar multimídia na educação** 1998h. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/constr2.htm> . 04 fevereiro 1999.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Resumo da Teoria das múltiplas inteligências Howard Gardner**. 1998i. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/gardner.htm> . 08 fevereiro 1999.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Aula 3: O Computador ajudando a desenvolver a habilidade de escrita**. 1998j. Disponível na Internet. <http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/e3375c.htm> . 08 fevereiro 1999.

TITTEL, Ed, SANDERS, Claire , SCOTT, Charlie , *et.al*. **Building VRML Worlds**. Osborne/McGraw-Hill, Berkeley, CA, USA, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Biblioteca Universitária. Serviço de Referência**. Disponível na Internet <http://www.bu.ufsc.br/home98.html>. 10 março 1999.

VEMULAPALLI, Chandra. **A Use Case FAQ (Frequently Asked Questions)**. Disponível na Internet. <http://www.unantes.univ-nantes.fr/usecase/Contributions/chandra.html> . 18 agosto 1998.

WINTERS, Elaine. **Seven Styles of Learning**. Disponível na Internet. <http://www.bena.com/ewinters/styles.html>, <http://www.bena.com/ewinters/styles1.html>, <http://www.bena.com/ewinters/styles3.html>. 08 fevereiro 1999.

WOOLDRIDGE, Michael , JENNINGS, Nick. **Intelligent Agents: Theory and Practice**. 1995. Disponível na Internet. <http://www.doc.mmu.ac.uk/STAFF/mike/ker95/ker95.html>. 30 setembro 1997.

ANEXOS

Anexo A: Use Cases

| | | |
|--|---|---|
| USE CASE #1 | Entrada no <i>Software</i> | |
| Objetivo | Apresentar uma tela de inicialização onde são apresentados o título e os autores do software. | |
| Pré-condições | Ter o <i>Micromundos Player Versão 2.01</i> ou mais recente instalado. | |
| Condições de fim bem sucedido | Apresenta automaticamente a tela especificada na Use Case 2. | |
| Ator principal Atores secundários | Usuário | |
| Gatilho | Chamada do projeto pelo usuário através do Micromundos ou através de duplo click sobre o nome do projeto. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | Chamada do projeto pelo usuário |
| | 2 | Abrir janela inicial do software |
| | 3 | Pássaro aparece voando na tela |
| | 4 | Apresentação do título do software, autor da estória e autores do projeto sequencialmente |
| Variações | Passo | Ação |
| Background | Fundo azul claro. | |
| Efeito | Um pássaro deve aparecer voando. Apresentação de um trecho da música Sítio do Pica-pau Amarelo, de Gilberto Gil. | |

Tabela 1 - Use Case #1: Entrada no software

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| USE CASE #2 | Convite para conhecer a estória | |
| Objetivo | Apresentar uma tela onde o narrador convida o usuário a conhecer a estória dos Espiões da Emília. | |
| Pré-condições | Ter sido carregado o projeto e apresentada a tela definida na USE CASE #1. | |
| Condições de fim bem sucedido | O narrador finaliza o convite ou o usuário clica um dos botões disponíveis. | |
| Ator principal | Usuário | |
| Atores secundários | Narrador | |
| Gatilho | Aparece automaticamente após tela da USE CASE #1, ou através do acionamento do botão "Retorna" na USE CASE #3 ou através do botão "Convite" na USE CASE #11. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | O narrador convida usuário a conhecer a estória |
| | 2 | Ação do usuário |
| Variações | Passo | Ação |
| | 2a | Se o usuário clicar em "Iniciar", chama USE CASE #3 |
| | 2b | Se o usuário clicar em "Mapa", chama USE CASE #11 |
| Background | Vista do Sítio do Pica-pau Amarelo. | |
| Efeito | <p>O texto do narrador será apresentado numa caixa de texto e som, simultaneamente.</p> <p>O besouro mexe as antenas.</p> <p>As nuvens e o sol movimentam-se.</p> | |

Tabela 2 - Use Case #2: Convite para conhecer a estória

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| USE CASE #3 | Introdução | |
| Objetivo | Apresentar o texto introdutório da estória, de forma a localizar a criança no contexto. | |
| Pré-condições | Não há. | |
| Condições de fim bem sucedido | O narrador finaliza o texto introdutório e/ou o usuário clica um dos botões disponíveis | |
| Ator principal | Narrador | |
| Atores secundários | Usuário | |
| Gatilho | Selecionar a opção "Iniciar" na USE CASE #2, ou através do acionamento do botão "Retorna" na USE CASE #4 ou através do botão "Iniciar" na USE CASE #11. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | Apresentação do texto introdutório |
| | 2 | Ação do usuário |
| Variações | Passo | Ação |
| | 2a | Ao clicar no botão "Continua", chama USE CASE #4 |
| | 2b | Ao clicar no botão "Retorna", retorna para tela anterior, USE CASE #2 |
| | 2c | Ao clicar no botão "Mapa", chama USE CASE #11 |
| Background | Fundo azul claro com os dois besouros.. | |
| Efeito | O texto é apresentado em caixa de texto e som, simultaneamente. Os besouros mexem as antenas. | |

Tabela 3 - Use Case #3: Introdução

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| USE CASE #4 | Os Besouros contam o plano à Emília | |
| Objetivo | Apresentar o diálogo entre os besouros e Emília quando os primeiros contam sobre o ataque ao Sítio. | |
| Pré-condições | Não há. | |
| Condições de fim bem sucedido | Toda cena é apresentada ou um botão é acionado. | |
| Ator principal | Emília | |
| Atores secundários | Usuário, Besouro 1, Besouro 2 | |
| Gatilho | Selecionar a opção “Continua” na USE CASE #3, ou através do acionamento do botão "Retorna" na USE CASE #5 ou através do botão "Cena_4" na USE CASE #11. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | Diálogo entre Emília, Besouro 1 e Besouro 2 ¹⁵ |
| | 2 | Ação do usuário |
| Variações | Passo | Ação |
| | 2a | Ao clicar no botão “Continua”, Chama USE CASE #5 |
| | 2b | Ao clicar no botão “Retorna”, retorna para tela anterior, USE CASE #3 |
| | 2c | Ao clicar no botão “Mapa”, chama USE CASE #11 |
| Background | O ambiente deste cenário deverá ser o quintal do Sítio do Pica-pau Amarelo. | |
| Efeito | Os atores deslocam-se de forma a se encontrarem no centro do cenário. O diálogo aparece sob forma de caixa de texto, dentro de balões semelhantes às histórias em quadrinhos e também através de som. Os besouros mexem as antenas. As nuvens e o sol movimentam-se. | |

Tabela 4 - Use Case #4: Os Besouros contam o plano à Emília

¹⁵ Vide anexo B.

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| USE CASE #5 | Emília conta plano a Pedrinho | |
| Objetivo | Apresentar o diálogo entre Emília e Pedrinho quando ela conta sobre o ataque ao Sítio. | |
| Pré-condições | Não há. | |
| Condições de fim bem sucedido | Toda cena é apresentada ou um botão é acionado. | |
| Ator principal | Emília | |
| Atores secundários | Usuário, Pedrinho | |
| Gatilho | Selecionar a opção “Continua” na USE CASE #4, ou através do acionamento do botão "Retorna" na USE CASE #6 ou através do botão "Cena_5" na USE CASE #11. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | Diálogo entre Emília e Pedrinho ¹⁶ |
| | 2 | Ação do usuário |
| Variações | Passo | Ação |
| | 2a | Ao clicar no botão “Continua”, chama USE CASE #6 |
| | 2b | Ao clicar no botão “Retorna”, retorna para tela anterior, USE CASE #4 |
| | 2c | Ao clicar no botão “Mapa”, chama USE CASE #11 |
| Background | O ambiente deste cenário deverá ser o quintal do Sítio do Pica-pau Amarelo, próximo à casa (esta deve aparecer). | |
| Efeito | Emília desloca-se em direção a Pedrinho. O diálogo aparece sob forma de caixa de texto, dentro de balões semelhantes às histórias em quadrinhos e também através de som. As nuvens e o sol movimentam-se. | |

Tabela 5 - Use Case #5: Emília conta plano a Pedrinho

¹⁶ Vide anexo B.

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| USE CASE #6 | Assembléia sob a jabuticabeira | |
| Objetivo | Apresentar o debate da turma do Sítio sobre qual estratégia de defesa adotar contra o ataque das onças. | |
| Pré-condições | Não há. | |
| Condições de fim bem sucedido | Toda cena é apresentada ou um botão é acionado. | |
| Ator principal | Pedrinho | |
| Atores secundários | Usuário, Emília, Narizinho, Visconde de Sabugosa, Marquês de Rabicó | |
| Gatilho | Selecionar a opção “Continua” na USE CASE #5, ou através do acionamento do botão "Retorna" na USE CASE #7 ou através do botão "Cena_6" na USE CASE #11. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | Diálogo sobre estratégias de defesa ¹⁷ |
| | 2 | Ação do usuário |
| Variações | Passo | Ação |
| | 2a | Ao clicar no botão “Continua”, chama USE CASE #7 |
| | 2b | Ao clicar no botão “Retorna”, retorna para tela anterior, USE CASE #5 |
| | 2c | Ao clicar no botão “Mapa”, chama USE CASE #11 |
| Background | O ambiente deste cenário deverá ser o pomar, sob a Jabuticabeira grande do Sítio do Pica-pau Amarelo. | |
| Efeito | O diálogo aparece sob forma de caixa de texto, dentro de balões semelhantes às histórias em quadrinhos e também através de som. Nuvens e sol movimentam-se. Narizinho balança sob a árvore. | |

Tabela 6 - Use Case #6: Assembléia sob a jabuticabeira

¹⁷ Vide anexo B.

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| USE CASE #7 | Assembléia dos bichos | |
| Objetivo | Apresentar a assembléia dos bichos na mata, onde decidem quando será o ataque ao Sítio. | |
| Pré-condições | Não há. | |
| Condições de fim bem sucedido | Toda cena é apresentada ou um botão é acionado. | |
| Ator principal | Onção | |
| Atores secundários | Usuário, Besouro 1, Besouro 2 e outros animais da floresta | |
| Gatilho | Selecionar a opção “Continua” na USE CASE #6, ou através do acionamento do botão "Retorna" na USE CASE #8 ou através do botão "Cena_7" na USE CASE #11. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | Diálogo sobre o ataque ao Sítio ¹⁸ |
| | 2 | Ação do usuário |
| Variações | Passo | Ação |
| | 2a | Ao clicar no botão “Continua”, chama USE CASE #8 |
| | 2b | Ao clicar no botão “Retorna”, retorna para tela anterior, USE CASE #6 |
| | 2c | Ao clicar no botão “Mapa”, chama USE CASE #11 |
| Background | O ambiente deste cenário deverá ser a floresta. | |
| Efeito | <p>Mexer as bocas das onças quando falam.</p> <p>Mexer as antenas dos besouros.</p> <p>O diálogo aparece sob forma de caixa de textos, dentro de balões semelhantes às histórias em quadrinhos e também através de som.</p> <p>Nuvens, estrelas e lua movimentam-se.</p> | |

Tabela 7 - User Case #7: Assembléia dos bichos

¹⁸ Vide anexo B.

| | | |
|--------------------------------------|--|---|
| USE CASE #8 | Besouros contam detalhes do plano dos bichos à Emília | |
| Objetivo | Apresentar o diálogo entre os besouros e Emília detalhando os planos dos bichos da floresta | |
| Pré-condições | Não há. | |
| Condições de fim bem sucedido | Toda cena é apresentada ou um botão é acionado. | |
| Ator principal | Emília | |
| Atores secundários | Usuário, Besouro 1, Besouro 2 | |
| Gatilho | Selecionar a opção “Continua” na USE CASE #7, ou através do acionamento do botão "Retorna" na USE CASE #9 ou através do botão "Cena_8" na USE CASE #11. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | Diálogo entre Emília, Besouro 1 e Besouro 2 ¹⁹ |
| | 2 | Ação do usuário |
| Variações | Passo | Ação |
| | 2a | Ao clicar no botão “Continua”, Chama USE CASE #9 |
| | 2b | Ao clicar no botão “Retorna”, retorna para tela anterior, USE CASE #7 |
| | 2c | Ao clicar no botão “Mapa”, chama USE CASE #11 |
| Background | O ambiente deste cenário deverá ser o quintal do Sítio do Pica-pau Amarelo. | |
| Efeito | Emília e os besouros deslocam-se das extremidades para se encontrarem no centro. Ao final da cena, Emília desloca-se para perto dos besouros para contar-lher o segredo. Mexer antenas dos besouros. O diálogo aparece sob forma de caixa de textos, dentro de balões semelhantes às histórias em quadrinhos e também através de som. Nuvens, estrelas e lua movimentam-se. | |

Tabela 8 - Use Case #8: Besouros contam detalhes do plano dos bichos à Emília

¹⁹ Vide anexo B.

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| USE CASE #9 | Pedrinho descreve plano de defesa. | |
| Objetivo | Apresentar o plano que Pedrinho bolou para derrotar os animais da floresta | |
| Pré-condições | Não há. | |
| Condições de fim bem sucedido | Toda cena é apresentada ou um botão é acionado. | |
| Ator principal | Pedrinho | |
| Atores secundários | Usuário, Emília, Narizinho, Visconde de Sabugosa, Marquês de Rabicó | |
| Gatilho | Selecionar a opção “Continua” na USE CASE #8 ou através do botão "Cena_9" na USE CASE #11. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | Diálogo da turma sobre o plano de defesa ²⁰ |
| | 2 | Ação do usuário |
| Variações | Passo | Ação |
| | 2a | Ao clicar no botão “Fim”, chama USE CASE #10 |
| | 2b | Ao clicar no botão “Retorna”, retorna para tela anterior, USE CASE #8 |
| | 2c | Ao clicar no botão “Mapa”, chama USE CASE #11 |
| Background | O ambiente deste cenário é o pomar do Sítio do Pica-pau Amarelo. | |
| Efeito | O diálogo aparece sob forma de caixa de textos, dentro de balões semelhantes às histórias em quadrinhos e também através de som. Nuvens, estrelas e lua movimentam-se. | |

Tabela 9 - Use Case #9: Pedrinho descreve plano de defesa

²⁰ Vide anexo B.

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| USE CASE #10 | Equipe | |
| Objetivo | Apresenta a equipe do projeto e os créditos dos autores. | |
| Pré-condições | Não há. | |
| Condições de fim bem sucedido | O botão Reiniciar é acionado. | |
| Ator principal | Software | |
| Atores secundários | Usuário, Besouro 1, Besouro 2. | |
| Gatilho | Selecionar a opção “Fim” na USE CASE #9 ou através do botão "Equipe" na USE CASE #11. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | Apresentação dos créditos e objetivos do projeto |
| | 2 | Ação do usuário |
| Variações | Passo | Ação |
| | 2a | Ao clicar no botão "Reiniciar", chama USE CASE #2. |
| Background | Fundo azul claro com o besouros. | |
| Efeito | <p>Besouros mexem as antenas.</p> <p>Tocar trecho da música Sítio do Pica-pau Amarelo, de Gilberto Gil, até que o usuário acione o botão.</p> | |

Tabela 10 - Use Case #10: Equipe

| | | |
|--------------------------------------|--|---|
| USE CASE #11 | Mapa | |
| Objetivo | Permitir o deslocamento e a reapresentação de cenas de forma não sequencial. | |
| Pré-condições | Não há. | |
| Condições de fim bem sucedido | Um botão é acionado. | |
| Ator principal Atores secundários | Usuário | |
| Gatilho | Botão "Mapa" nas USES CASES #2, #3, #4, #5, #6, #7, #8 e #9. | |
| Descrição | Passo | Ação |
| | 1 | Apresentar tela com a representação das cenas |
| | 2 | Ação do usuário |
| Variações | Passo | Ação |
| | 2a | Ao clicar no botão "Convite", chama USE CASE #2 |
| | 2b | Ao clicar no botão "Iniciar", chama USE CASE #3 |
| | 2c | Ao clicar no botão "Cena_4", chama USE CASE #4 |
| | 2d | Ao clicar no botão "Cena_5", chama USE CASE #5 |
| | 2e | Ao clicar no botão "Cena_6", chama USE CASE #6 |
| | 2f | Ao clicar no botão "Cena_7", chama USE CASE #7 |
| | 2g | Ao clicar no botão "Cena_8", chama USE CASE #8 |
| | 2h | Ao clicar no botão "Cena_9", chama USE CASE #9 |
| | 2i | Ao clicar no botão "Equipe", chama USE CASE #10 |
| Background | Fundo azul, dividindo a tela em quadrados onde cada quadrado deve conter personagens que lembrem a que cena se refere o botão associado. | |
| Efeito | | |

Tabela 11 - Use Case #11: Mapa

Anexo B: Falas dos Personagens

Na gravação das falas dos personagens, foram elaborados quadros esquemáticos que facilitaram o processo. Estes quadros são apresentados neste anexo, onde cada fala está relacionada à uma USE CASE especificada no Anexo A.

| USE CASE | Personagem | Fala |
|----------|------------|--|
| #4 | Besouros | Eles vão atacar a casa e comer toda a gente do Sítio! |
| | Emília | Eles quem? |
| | Besouros | As onças as iraras e os cachorros do mato. |
| | Emília | Elas... elas vão atacar o Sítio,não é? Pois que venham. Serão muito bem recebidas. Tenho lá um espeto próprio para espetar onça, irara, jaguatirica e cachorro-do-mato. |
| | Narrador | Mas os besouros contaram minuciosamente tudo quanto tinham ouvido na assembléia dos animais e a boneca viu que o caso não era de brincadeira. Resolveu lá consigo ir sem demora avisar Pedrinho, mas para não dar a perceber os seus receios fez-se de valentona. |
| | Emília | Veremos! Veremos! Nós matamos há pouco uma onça-pintada, a maior que existia aqui, e faremos a mesma coisa até para leões e hipopótamos, se aparecerem. A bicharia há de convencer-se de que conosco ninguém brinca. Atacar o Sítio! Desaforados... E prá quando é a guerra? |
| | Besouros | O dia ainda não está marcado. A jaguatirica anda a correr a mata para reunir os atacantes. |
| | Emília | Muito bem... continuem espionando e avisando-me de tudo quanto souberem. Vou prevenir Pedrinho. |

Tabela 12 - Fala dos Personagens na Use Case #4

| USE CASE | Personagem | Fala |
|-------------|------------|---|
| #5 | Emília | Largue isso. Temos novidade grande. O Sítio vai ser assaltado pelas onças, cachorros-do-mato e iraras. |
| | Pedrinho | Que bobagem está você dizendo, Emília? Assaltado, porquê? Como? |
| | Emília | Temos guerra, é isso. Matamos a onça e agora a onçada inteira quer a desforra. |
| | Pedrinho | Mmmmmm... Não diga nada a vovó, nem a Tia Nastácia, pois são capazes de morrer de medo. Vou estudar o caso e organizar a defesa. Vá depressa ver Narizinho e o Visconde. Diga-lhes que esperem no pomar, debaixo da jabuticabeira grande. Aqui perto da casa não podemos tratar disso. Vovó descobriria tudo. |

Tabela 13 - Fala dos Personagens na Use Case #5

| USE CASE | Personagem | Fala |
|-------------|------------|--|
| #6 | Emília | É guerra das boas. Não vai escapar ninguém Nem Tia Nastácia, que tem carne preta. As onças estão preparando as goelas para devorar todos os bípedes do Sítio, exceto os de penas. |
| | Rabicó | Que felicidade ser quadrúpede! |
| | Pedrinho | Sabem do que mais? Vou abrir uma linha de trincheiras em redor da casa. |
| | Narizinho | Inútil isso, Pedrinho As onças são umas danadas para saltar. Pulam qualquer trincheira. |
| | Pedrinho | Nesse caso, podemos rodear a fazenda duma cerca de paus-a-pique, bem pontudos Construir uma estacada, como faziam os índios. |
| | Narizinho | Impossível, para fazer isso teríamos de contratar vários homens para cortar os paus e fincá-los e vovó desconfiaria e viria a saber de tudo. Com estacada não vai. Temos de descobrir outro meio. Qual sua opinião, Visconde? |
| | Visconde | Ataque de onça! Ora, ora. Que valem onças? Se fosse um ataque de vacas, sim, compreendo que estivéssemos assustados. Mas de onças... |

Tabela 14 - Fala dos Personagens na Use Case #6

| USE CASE | Personagem | Fala |
|-------------|------------|--|
| #6 | Narizinho | E você, Rabicó, que acha? |
| | Rabicó | Eu acho que... que... que... |
| | Pedrinho | Quequerequeque... para achar isso não valia a pena ter aberto a boca. Temos que achar qualquer coisa. Nossas vidas correm perigo, bem como as de vovó e Tia Nastácia. Vamos! Venham idéias. Dêem tratos à bola e resolvam |
| | Narizinho | Tenho uma idéia excelente! |
| | Emília | Qual é? |
| | Narizinho | É deixarmos isso para amanhã. As grandes coisas devem ser bem pensadas e não podem ser decididas assim, do pé para a mão. A guerra não é para já, pois que a jaguatirica ainda anda a avisar as companheiras. Até que fale com todas e organizem o plano de ataque vão se passar alguns dias. Para agora tenho uma coisa excelente a fazer. Uma surpresa... |
| | Emília | Que é, que é, Narizinho? Que surpresa é essa? |
| | Narizinho | Tenho lá na margem do ribeirão um lindo cacho de brejaúvas. |
| | Pedrinho | Viva! viva! Adoro brejaúvas! |
| | Narrador | E correram todos para a margem do ribeirão, sentaram-se ao redor do cacho de brejaúvas e começaram a partir os côcos... |

Tabela 15 -Fala dos Personagens na Use Case #6 (Cont.)

| USE CASE | Personagem | Fala |
|-------------|------------|---|
| #7 | Onção | <p>Eles mataram minha esposa!</p> <p>Estou viúvo da minha querida onça por artes daqueles meninos daninhos do Sítio de Dona Benta.</p> <p>Mataram-na e levaram-na de arrasto, amarrada com cipós, até o terreiro da casinha onde moram.</p> <p>Tiraram-lhe a pele que depois de esticada e seca ao sol está servindo de tapete na varanda.</p> <p>Ora, isto é crime que pede a mais completa vingança.</p> <p>Guerra, pois!</p> <p>Guerra de morte a essa ninhada de malfeitores.</p> |
| | Onças | Guerra! Guerra! |
| | Onção | <p>Combinemos o seguinte:</p> <p>amanhã de manhã cercaremos a casa de modo que ninguém escape.</p> <p>As iraras e cachorros-do-mato guardarão os lados e nós, onças, atacaremos pela frente.</p> |
| | Onças | Bravos! Bravos! Assim o faremos! |
| | Onção | Assaltaremos a casa e mataremos todos os moradores. |
| | Onças | Sim, vamos matá-los a todos! |
| | Onção | E depois os comeremos um por um! |
| | Onças | Sim, sim, vamos comê-los a todos, um por um! |

Tabela 16 - Fala dos Personagens na Use Case #7

| USE CASE | Personagem | Fala |
|-------------|------------|---|
| #8 | Emília | Então? |
| | Besouros | É amanhã o ataque. As onças acabam de resolver isso numa reunião que tiveram na mata. Os cachorros do mato e as iraras guardarão os lados da casa, e as onças, guiadas pelo onço viúvo, darão o assalto. Também juraram matar e comer a todos |
| | Emília | Isso de dizer que cerca e assalta e mata e devora é fácil. O difícil é cercar, assaltar, matar e devorar realmente. Nós saberemos nos defender. Que venham as tais onças duma figa! |
| | Besouros | Mas de que armas dispõem vocês para lutar contra tantas feras raivosas? |
| | Emília | Não sei. Isso é com Pedrinho, o nosso generalíssimo. Ele está estudando o assunto, e eu também. Não sei ainda o que o General Pedrinho vai fazer, mas sei o que vou fazer. Pensei, pensei e repensei sobre o caso e já tenho cá uma idéia que vale ouro em pó. |
| | Besouros | Qual é essa idéia? |
| | Emília | Não posso dizer em voz alta. Só no ouvido... |
| | Emília | Bzzz bzzz bzzz... |

Tabela 17 - Fala dos Personagens na Use Case #8

| USE CASE | Personagem | Fala |
|-------------|------------|--|
| #9 | Emília | O ataque será amanhã! Eles vão atacar a casa e comer todos! |
| | Pedrinho | Já resolvi o problema da defesa. Como não temos armas de fogo para enfrentar as onças, lembrei-me do seguinte. Faço uma porção de pernas de pau bem compridas, um par de pernas para cada morador do Sítio, inclusive o Marquês e as galinhas. Quando as onças nos atacarem, Subiremos sobre essas pernas de pau, bem lá no alto. e quero ver!... |
| | Narizinho | E se as onças subirem pelas pernas de pau acima? |
| | Pedrinho | Impossível, além de serem pernas muito compridas e de bambu, que é liso, ainda serão ensebadas. Cada uma corresponderá a um verdadeiro pau-de-sebo. Nem macaco será capaz de subir. |
| | Narrador | Foi considerada ótima idéia e Pedrinho correu em busca de foice e do serrote. Com a foice cortou no bambuzal próximo meia dúzia de compridas varas de bambu, e com o serrote serrou-as do tamanho necessário. Depois, com um formão, abriu furos, nos quais fixou um estribo, isto é, uma travessinha em que um pé pudesse apoiar-se. |

Tabela 18 - Fala dos Personagens na Use Case #9